

Aus dem Tropeninstitut
Abteilung Phytopathologie und Angew. Entomologie
der Justus Liebig-Universität Gießen
Leiter: Prof. Dr. H. Schmutterer

Zur Kenntnis der Wirkung von Terramycin
und einiger anderer Antibiotica auf Blattläuse,
insbesondere *Aphis fabae* Scop.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
bei der Landwirtschaftlichen Fakultät
der Justus Liebig-Universität
zu Gießen

vorgelegt von
B.Sc. (Agr.) und M.Sc. (Agr.)
Om Prakash Lal
aus Azamgarh, Uttar Pradesh
Indien

1969

Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Tropeninstitut
Abteilung Phytopathologie und Angew. Entomologie
der Justus Liebig-Universität Gießen
Leiter: Prof. Dr. H. Schmutterer

Zur Kenntnis der Wirkung von Terramycin
und einiger anderer Antibiotica auf Blattläuse,
insbesondere *Aphis fabae* Scop.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
bei der Landwirtschaftlichen Fakultät
der Justus Liebig-Universität
zu Gießen

vorgelegt von
B.Sc. (Agr.) und M.Sc. (Agr.)
Om Prakash Lal
aus Azamgarh, Uttar Pradesh
Indien

Dekan: Prof. Dr. F. Großmann

1. Berichterstatter: Prof. Dr. H. Schmutterer

2. Berichterstatter: Prof. Dr. H. Linser

Tag der mündlichen Prüfung: 4.7.1969

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. ALLGEMEINER TEIL	6
A. EINLEITUNG	6
B. LITERATURÜBERSICHT	7
C. MATERIAL UND METHODEN	11
1. Pflanzenmaterial	11
2. Insektenmaterial und Zucht der Versuchstiere	11
3. Chemikalien	12
a) Antibiotica	12
b) Sulphonamide	12
c) Insektizide	12
d) Emulgatoren und Netzmittel	12
e) Synergist	12
4. Methoden	13
II. EXPERIMENTELLER TEIL	15
A. VERSUCHE IM GEWÄCHSHAUS UND LABOR MIT BLATT-LÄUSEN	15
1. Wirkung verschiedener Antibiotica und Sulphonamide auf Fertilität, Lebensdauer, Gewicht und Größe von <u>A. fabae</u>	15

a) Kontaktwirkung	15
b) Systemische Wirkung	15
c) Kombination von systemischer und Kontaktwirkung bei einer Behandlung	17
d) Kombination von systemischer und Kontaktwirkung bei mehreren Behandlungen	20

2. Wirkung verschiedener, mit Zusatz von Emulgatoren und Netzmitteln angewandter Antibiotica und Sulphonamide auf Fertilität, Lebensdauer, Gewicht und Größe von <u>A. fabae</u>	21
--	----

a) Systemische Wirkung von Flavomycin bei Zusatz von verschiedenen Emulgatoren und Netzmitteln	21
b) Kontaktwirkung von Flavomycin bei Zusatz von verschiedenen Emulgatoren und Netzmitteln	24
c) Kombinierte systemische und Kontaktwirkung von Flavomycin, Likuden und Terramycin bei gleichzeitiger Anwendung des Emulgators NP ₁₀	25
d) Wirkung verschiedener Konzentrationen von Terramycin (+ Emulgator NP ₁₀)	28
e) Wirkung von Kombinationen von Terramycin mit verschiedenen Antibiotica, Sulphonamiden und Emulgatoren	32
f) Wirkung von Terramycin (+ Emulgator NP ₁₀) auf verschiedene Entwicklungsstadien von <u>A. fabae</u>	35

g) Wirkung von Terramycin (+ Emulgator NP ₁₀) auf <u>A. fabae</u> an verschiedenen Nähr- pflanzen	35
α) <u>Beta vulgaris</u> , Futterrübe	35
β) <u>Phaseolus vulgaris</u> , Bohne	37
γ) <u>Vicia faba</u> , Ackerbohne	39
h) Wirkung von Terramycin (+ Emulgator NP ₁₀) auf <u>Myzus persicae</u>	40
i) Saatgutbehandlung mit Terramycin (+ Emulgator NP ₁₀)	41
3. Wirkung von Kombinationen von Terramycin mit systemischen Insektiziden (+ Emulgator NP ₁₀)	41
a) Eine Spritzung	41
b) Mehrere Spritzungen	48
4. Wirkung von Terramycin (+ Emulgator NP ₁₀) bei Kombination mit dem Synergisten Piperonylbutoxyd	50
B. VERSUCHE IN LICHT-THERMOSTATEN	56
1. Versuche mit Kombinationen von Antibiotica, Sulphonamiden und Emulgator NP ₁₀ bei verschiedenen konstanten Temperaturen	56
a) Versuche bei 15°C	57
b) Versuche bei 25°C	58
c) Versuche bei 30°C	60
d) Versuche bei 35°C	63

2. Versuche mit Kombinationen von Terramycin, Emulgator NP ₁₀ und Metasystox R bei verschiedenen konstanten Temperaturen	65
a) Versuche bei 15°C	65
b) Versuche bei 25°C	66
c) Versuche bei 30°C	68
 C. VERSUCHE MIT COCCINELLIDEN	 71
1. Versuche mit Eiern	71
2. Versuche mit Larven	72
3. Versuche mit Puppen	72
 D. FELDVERSUCH	 73
1. Methoden	73
a) Allgemeine Methodik	73
b) Methoden zur Feststellung der Stärke der Blattlauspopulationen	74
c) Methoden zur Feststellung des durch Blattlausbefall bedingten Gesundheits- zustandes der Nährpflanzen	75
2. Ergebnisse	76
a) Kontrolle	76
b) Terramycin + Emulgator NP ₁₀ ohne natürliche Feinde	76

	Seite
c) Terramycin + Emulgator NP ₁₀ + Meta- systox R ohne natürliche Feinde	76
d) Terramycin + Emulgator NP ₁₀ mit natürlichen Feinden	79
e) Terramycin + Emulgator NP ₁₀ + Meta- systox R mit natürlichen Feinden	79
f) Ertrag	81
g) Phytotoxizität	83
III. DISKUSSION	84
IV. ZUSAMMENFASSUNG	89
V. LITERATURVERZEICHNIS	91

I. ALLGEMEINER TEIL

A. EINLEITUNG

Die chemische Bekämpfung von Schädlingen wird seit einiger Zeit mehr oder weniger stark durch das Entstehen von Resistenz erschwert. Die Resistenz der Insekten stellt einen Komplex von vielen Stoffwechselvorgängen mit besonderer Bedeutung entgiftender Enzyme dar. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, sie mit Hilfe von Synergisten zu überwinden, was aber die Vergiftungsgefahr für Säugetiere erhöht (BUSVINE 1968).

Man weiß, daß bei starker Entwicklung von Resistenz in Insekten bestimmte Insektizide für viele Jahre nicht mehr angewendet werden können. Wegen möglicher Resistenz und Vergiftungsgefahren durch Rückstände von Insektiziden hat sich in letzter Zeit besondere Aufmerksamkeit auf die Ausarbeitung anderer Bekämpfungsmethoden konzentriert.

Der sinnvollste Weg, die vorhandenen Insektizide wirkungsvoll zu nutzen und deren längere Lebensdauer zu gewährleisten, scheint ihre Kombination mit anderen Bekämpfungsmethoden zu sein. Dies ist ein wichtiger Aspekt der integrierten Schädlingsbekämpfung.

Durch die Entdeckung, daß ganz bestimmte Mengen einiger Chemikalien Letalmutationen verursachen, bietet sich die Möglichkeit an, natürliche Populationen zu sterilisieren. KNIPLING (1955, 1960, 1962) befaßte sich eingehend mit dieser Möglichkeit und zeigte, daß die Wirkung solcher Sterilantien auf die Dauer gesehen besser sein kann als die von Insektiziden.

Bisher wurden schon zahlreiche Versuche zur Sterilisierung von Insekten durch Bestrahlung oder Chemosterilantien durchgeführt, aber nur wenige durch Einsatz von Antibiotika (HARRIES 1961, 1963; HARRIES und MATTSOHN 1963; EHRHARDT und SCHMUTTERER 1966; EHRHARDT, JAYARAJ und SCHMUTTERER 1966; JAYARAJ und SCHMUTTERER 1966).

Noch nichts ist bisher über den Einfluß von Antibiotika auf die natürlichen Feinde von Schadinsekten bekannt, obwohl diese

Nützlinge in der biologischen und integrierten Schädlingsbekämpfung eine große Rolle spielen können.

In der vorliegenden Arbeit wurde die Wirkung einiger Antibiotica und Sulphonamide auf Aphiden, z. T. auch auf ihre natürlichen Feinde, genauer untersucht. Darüber hinaus sollte festgestellt werden, ob durch gleichzeitige Anwendung von Emulgatoren, systemischen Insektiziden in subletaler Dosierung und Synergisten eine Steigerung der Antibiotica-Wirkung möglich ist.

B. LITERATURÜBERSICHT

Im Pflanzenschutz werden Antibiotica seit einiger Zeit zur Bekämpfung bakterieller, aber auch pilzlicher Krankheitserreger eingesetzt. Über die Aufnahme und Leitung dieser Substanzen durch die Pflanze sowie ihre Wirkung auf die Krankheitserreger liegen einige Publikationen vor (Zusammenfassung der Literatur bei MITCHELL, SMALE und METCALF 1960, sowie bei GOODMAN 1962).

Es wurde nachgewiesen (EHRHARDT und SCHMUTTERER 1966), daß Antibiotica die intrazellulären Symbionten negativ beeinflussen, die in bestimmten Zellgeweben (Mycetomen) von Blattläusen und vielen anderen Insektenarten vorkommen. Diese Mikroorganismen sind für die Synthese von lebenswichtigen Substanzen unentbehrlich. BRUES und DUNN (1945) sowie GLASER (1946) stellten fest, daß eine Anwendung von subtoxischen Mengen von Penicillin die Zahl der intrazellulären Bakterioiden in Schaben reduzierte und daß diese Reduktion von einem Mangel an bestimmten, nicht definierten "Bestandteilen" begleitet war. BECK (1950) zeigte, daß Antimycin A für Schaben sehr toxisch ist. KIDO und SPYHALSKI (1950) fanden, daß das gleiche Antibiotikum für Hausfliegen giftig ist. MUSGRAVE und MILLER (1951) berichteten, daß Oxytetracyclin auf Sitophilus granarius (L.) und S. oryzae (L.) toxisch wirkte, wenn diese Insekten auf behandeltem Getreide gehalten wurden. LILES und FISK (1955) stellten fest, daß die Injektion von verschiedenen Antibiotica in die Schabe Blattella germanica (L.) Mortalität verursacht,

die möglicherweise durch die Störung wesentlicher Stoffwechselprozesse der intrazellulären Symbionten oder der Mikroorganismen des Verdauungstraktes zustande kommt.

Die Symbionten einiger Insektenarten werden durch Hitze- einwirkung oder Behandlung mit Antibiotica abgetötet. So war es möglich, Schaben, Käfer und Wanzen mit Hilfe von Antibiotica von ihren Symbionten zu befreien (Zusammenfassung der Literatur bei RICHARDS und BROOKS 1958 sowie KOCH 1956). KÖHLER und SCHWARZ (1962) gelang es, die Symbionten von drei Schildlausarten mit Antibiotica mit wechselndem Erfolg negativ zu beeinflussen.

Studien über den Einfluß von Antibiotica auf Obstbaummilben (HARRIES 1961) zeigten, daß die Eiablage der zweifleckigen Spinnmilbe Tetranychus telarius (L.) durch Cycloheximide und Cytovirin stark gehemmt wurde, während beide Antibiotica nur eine leichte Mortalität der Adulten verursachten. Die beiden Chemikalien bewiesen darüber hinaus eine gewisse Toxizität für Pfirsichsämlinge und waren für Apfel und Birne besonders phytotoxisch (HARRIES 1961). Weitere Cycloheximide, Streptovitamin A, Antimycin A, Hygromycin B, Amphotericin B und verschiedene andere Derivate der Cycloheximide wurden ebenfalls untersucht. Die wirksamsten Substanzen waren sämtlich phytotoxisch und für Apfel- und Birnbäume besonders schädlich (HARRIES 1963).

HARRIES (1963) untersuchte auch den Einfluß einiger Antibiotica auf die Mortalität und die Fertilität der grünen Pfirsichblattlaus Myzus persicae (Sulzer), der Apfelblattlaus Aphis pomi (de Geer) und der Erbsenblattlaus Acyrtosiphon pisum (Harris). In Versuchen mit M. persicae erwiesen sich Cytovirin, verschiedene Cycloheximide, Streptovitamin, Antimycin A und Hygromycin B als insektizid. Ein Effekt der stärker wirkenden Antibiotica auf die Fertilität trat wegen der toxischen Wirkung der Substanzen nicht in Erscheinung, während solche mit niedrigerer oder ohne Toxizität in dieser Hinsicht keinen deutlichen Einfluß zeigten.

HARRIES und MATTSON (1963) erkannten, daß eine Zerstörung der Symbionten durch Antibiotica bei Aphiden eine Bekämpfungsmöglichkeit darstellen könnte. Es gelang diesen Autoren jedoch nicht, eine entsprechende Wirkung der angewandten Präparate mikroskopisch nachzuweisen.

Dieser Nachweis der Wirkung einiger Antibiotica auf die Symbionten der Blattläuse gelang erstmalig EHRHARDT und SCHMUTTERER (1966) an Aphis fabae Scop. Diese Autoren hielten die Blattläuse an synthetischen Nährlösungen, denen Penicillin, Streptomycin, Erythromycin, Chloramphenicol, Tetracyclin, Oxytetracyclin und Chlortetracyclin zugesetzt waren. Sie stellten fest, daß die Antibiotica die Fertilität stark verminderten, ja im Extremfall sogar Sterilität verursachten und das Gewicht und die Größe der Blattläuse verringerten.

In einigen Fällen wurde von den Antibiotica (z. B. von Tetracyclin) auch Mortalität verursacht. Die postembryonale Entwicklung wurde je nach der Konzentration der verschiedenen Antibiotica mehr oder weniger stark verzögert.

EHRHARDT und SCHMUTTERER (1966) beobachteten auch, daß nach Aufnahme von Antibiotica durch A. fabae die symbiontischen Mikroorganismen in den Mycetocyten in Abhängigkeit von der Konzentration der Antibiotica Degenerationserscheinungen unterschiedlichen Ausmaßes zeigten. Die Larven der 2. Generation waren praktisch symbiontenfrei.

Weiterhin führten EHRHARDT, JAYARAJ und SCHMUTTERER (1967) Versuche mit der Zielsetzung durch, die Fertilität von Aphiden durch Antibiotica zu reduzieren. Sie verwendeten Chloramphenicol, Aureomycin, Erythromycin, Tetracyclin, Novobiocin, Amphicillin, Reverin und Neomycin. Die Wirkung war abhängig von der chemischen Struktur und der Konzentration der Antibiotica. Terramycin, Aureomycin, Tetracyclin, Chloramphenicol und Reverin erwiesen sich als die wirkungsvollsten Substanzen.

JAYARAJ, EHRHARDT und SCHMUTTERER (1966) untersuchten auch die Wirkung der Antibiotica bei direkter Anwendung gegen die Blattläuse. Darüber hinaus suchten sie nach Möglichkeiten

zur Steigerung des Effekts mit Hilfe von oberflächenwirksamen Mitteln und Emulgatoren. Terramycin, Aureomycin, Tetracyclin, Chloramphenicol und Reverin, die sich in früheren Versuchen als effektivste Substanzen erwiesen hatten (EHRHARDT und SCHMUTTERER 1966; EHRHARDT, SCHMUTTERER und JAYARAJ 1967), wurden in diesen Untersuchungen angewendet. Terramycin als dem wirksamsten Antibioticum wurden die Emulgatoren und Netzmittel Wannin, Nekal, Emulgator W, Phenylsulfonat HS, Phenylsulfonat CA, Nonylphenol + 10 AeO, Emulgator NP₁₀ und Emulgator I₄₀ zugesetzt. Von allen diesen Chemikalien verbesserte besonders Emulgator NP₁₀ die Wirkung des Terramycin nennenswert.

JAYARAJ und SCHMUTTERER (1966) arbeiteten mit einigen Sulphonamiden, von denen sie eine ähnliche Wirkung wie von den bereits untersuchten Antibiotica erwarteten. Likuden (Griseofulvin) bewirkte eine signifikante Reduktion der Fertilität von A. fabae auf Vicia faba und zwar sowohl bei Zusatz (0,01 %ige Konz.) zu Knop'scher Nährlösung, in der die Nährpflanzen der Aphiden standen, als auch bei Spritzung (0,2 %ige Konz.). Taleudrin zeigte eine geringere und Durenat praktisch keine Wirkung. Der Effekt konnte durch Zugabe des Emulgators NP₁₀ zu likudenhaltiger Spritzflüssigkeit verstärkt werden.

C. MATERIAL UND METHODEN

1. Pflanzenmaterial

Zur Untersuchung der Wirkung verschiedener Antibiotica, Sulphonamide, systemischer Insektizide und anderer Substanzen auf Blattläuse wurden folgende Pflanzenarten als Nährpflanzen der Versuchstiere verwendet:

Vicia faba L., Sorte "Ackerperle" (Ackerbohne)

Beta vulgaris L., Sorte "Kleinwanzlebener" (Zuckerrübe)

Capsicum annuum L. (Paprika)

Phaseolus vulgaris L. (Bohne).

Die Anzucht der Pflanzen, welche in der Regel im Alter von 1 - 4 Wochen verwendet wurden, erfolgte bei Temperaturen von 20 - 30° C im Gewächshaus, wo auch die meisten Versuche stattfanden.

2. Insektenmaterial und Zucht der Versuchstiere

Folgende Insektenarten fanden bei den Versuchen Verwendung:

Aphis fabae (Scop.) (Schwarze Bohnenblattlaus)

Myzus persicae (Sulz.) (Pfirsichblattlaus)

Coccinella septempunctata (L.) (Siebenpunkt)

Die verwendeten Bohnenblattläuse stammten aus parthenogenetischen Dauerzuchten. Diese Zuchten wurden im Winter im Labor auf V. faba L. bei 20 - 25° C und künstlicher Belichtung von 16 h täglich gehalten. Während des Sommers war die Zucht in großen Käfigen im Gewächshaus unter weitgehend natürlichen Licht- und Temperaturbedingungen untergebracht.

Die Pfirsichblattläuse wurden aus einer Dauerzucht an Paprika, die ebenfalls im Gewächshaus untergebracht war, je nach Bedarf entnommen.

Die Coccinelliden wurden auf dem Versuchsfeld des Instituts für Phytopathologie in der Umgebung von Gießen gesammelt. Sie wurden in einem großen Käfig untergebracht, in dem eine starke Population von A. fabae auf V. faba vorhanden war. Die

Pflanzen wurden alle 6 - 7 Tage erneuert, um für die Aphiden und damit auch die Marienkäfer ein ununterbrochenes und ausreichendes Nahrungsangebot bereitzustellen. Die Coccinellidenzucht lieferte mehrere Monate lang eine größere Zahl von Eiern, Larven, Puppen und Imagines für die Versuche.

3. Chemikalien

Die folgenden Chemikalien wurden in den Versuchen verwendet:

- a) Antibiotica. Terramycin hatte sich als wirksames Mittel erwiesen, um die Fertilität bei Blattläusen zu reduzieren (JAYARAJ, EHRHARDT und SCHMUTTERER 1966, 1967). Außer diesem Präparat wurde auch Flavomycin^{*)} in die Versuche einbezogen.
- b) Sulphonamide. Unter mehreren Sulphonamiden hatte sich Likuden (Griseofluvin) bereits früher als gut wirksam im Hinblick auf die Herabsetzung der Fertilität von Bohnenblattläusen erwiesen (JAYARAJ und SCHMUTTERER 1966). In den eigenen Untersuchungen wurde es deshalb ebenfalls angewendet.
- c) Insektizide. Metasystox R und Rogor 40 kamen allein oder zusammen mit Antibiotica und Emulgatoren zur Anwendung. Sie wurden in Konzentrationen eingesetzt, die für die Blattläuse subletal waren.
- d) Emulgatoren und Netzmittel. Verschiedene Emulgatoren und Netzmittel wurden zur Steigerung der negativen Wirkung der Antibiotica auf die Fertilität der Blattläuse angewendet. Es handelte sich um NP₁₀ (Oxyethylphenol-Derivat), Wannin (Sulphit-Lauge) und Nonylphenol + 10 AeO.
- e) Synergist. Der Synergist Piperonylbutoxyd wurde angewandt, um eine Steigerung der Wirkung von Terramycin und von niedrigen Konzentrationen systemischer Insektizide zu versuchen.

^{*)} Der Firma Hoechst AG. wird für die Überlassung des Antibiotiums Flavomycin bestens gedankt.

4. Methoden

Die Wirkung der angewandten Chemikalien wurde in der Regel mit Hilfe von Erstlarven getestet. Diese Larven waren immer von apteren Virgines erzeugt worden. In einigen Fällen wurden auch ältere Larvenstadien und adulte Aphiden (aptere Virgines) verwendet.

In allen Experimenten mit Erstlarven wurden zu Beginn 10 adulte, aptere Virgines für 24 Stunden zur Abgabe von Larven auf je eine junge Ackerbohnenpflanze gesetzt. Die Zahl der Junglarven wurde später auf 10 pro Pflanze reduziert, um eine eventuelle Nahrungskonkurrenz unter den Versuchstieren auszuschalten. Die Dauer der Larvalentwicklung wurde stets genau ermittelt. Gewicht und Größe der aus den Larven hervorgegangenen Adulten wurden immer am 1. Tag des Imaginalstadiums festgestellt. Nach der Häutung zur Imago wurden nur 3 aptere Virgines auf jeder Pflanze belassen, um weitere Beobachtungen zu erleichtern. Die Fertilität der Aphiden wurde durch Auszählen der Nachkommen ermittelt.

Zur Feststellung einer systemischen Wirkung von Antibiotica, Sulphonamiden oder anderer Substanzen wurden blattlausfreie Pflanzen zunächst gespritzt. Anschließend wurden adulte Blattläuse zur Abgabe von Larven auf sie übertragen. Zur Ermittlung der Kontaktwirkung wurden aptere Virgines auf Filterpapier gebracht und anschließend mit bestimmten Chemikalien gespritzt. Um eine kombinierte systemische und Kontaktwirkung von Mischungen verschiedener Präparate und anderer Stoffe untersuchen zu können, wurden Pflanzen gespritzt, die entweder mit Erstlarven oder verschiedenen Entwicklungsstadien besetzt waren. Entsprechendes galt für die Anwendung systemischer Insektizide in subletaler Dosis in Kombination mit Antibiotica, Emulgatoren und Synergisten.

Die Wirkung der verwendeten Chemikalien auf Blattläuse wurde nicht nur im Gewächshaus, sondern auch in Lichtthermostaten bei konstanten Temperaturen untersucht. Wie in anderen Experimenten wurden zu Beginn solcher Versuche aptere Virgines

zur Abgabe von Larven für 24 Stunden auf junge, in Lichtthermostaten befindliche Ackerbohnenpflanzen gesetzt. Danach wurde die Zahl der abgegebenen Larven auf 10 pro Pflanze reduziert. Zuletzt wurden die Aphiden zusammen mit ihren Nährpflanzen gespritzt.

Die verwendeten Chemikalien wurden mit Hilfe eines kleinen Handspritzgerätes appliziert. Die Kontrollpflanzen blieben unbehandelt.

Bei Samenbehandlungsversuchen wurde Saatgut von V. faba für verschieden lange Zeiträume in eine Flüssigkeit gelegt, in der Terramycin und der Emulgator NP₁₀ enthalten war. Nach der Behandlung wurden die Samen in kleine Tontöpfe ausgesät, die zur weiteren Beobachtung in Lichtthermostate gestellt wurden.

Bei Versuchen mit Coccinelliden wurden frisch abgelegte Eier aus der Zucht entnommen und in Petrischalen auf Filterpapier gelegt. Die Eier wurden dann mit Antibiotica oder Wasser (Kontrolle) gespritzt. In die Versuche wurden auch Larven und Puppen der Marienkäfer einbezogen, um die Wirkung der Antibiotica auf diese Stadien ebenfalls untersuchen zu können.

II. EXPERIMENTELLER TEIL

A. VERSUCHE IM GEWÄCHSHAUS UND LABOR MIT BLATTLÄUSEN

1. Wirkung verschiedener Antibiotica und Sulphonamide auf Fertilität, Lebensdauer, Gewicht und Größe von A. fabae

a) Kontaktwirkung

Methodik:

Aptere Virgines von A. fabae wurden auf Filterpapier in eine Petrischale gesetzt und dann mit 0,2 %igem Terramycin, Likuden oder Flavomycin gespritzt. Es wurde so viel Spritzflüssigkeit appliziert, bis sich das Filterpapier vollgesaugt hatte. Nach 20 Minuten wurden die behandelten Aphiden aus der Petrischale entnommen und auf junge Bohnenkeimlinge gesetzt.

In keinem Fall traten bei den Blattläusen unmittelbar nach der Anwendung von Chemikalien auffällige Vergiftungserscheinungen auf.

Ergebnisse:

Aus Tabelle 1 geht klar hervor, daß Terramycin die Fertilität der Aphiden am stärksten verminderte. Außerdem wurden durch dieses Präparat auch die Größe und das Gewicht der Nachkommen der behandelten Blattläuse am deutlichsten herabgesetzt (Abb. 1, Tab. 1). Likuden verringerte die Fertilität stärker als Flavomycin, das auf das Gewicht der Nachkommen einen deutlicheren Einfluß ausübte.

b) Systemische Wirkung

Methodik:

Junge Ackerbohnenkeimlinge wurden mit 0,2 %igem Terramycin, Likuden und Flavomycin gespritzt. Nachdem die Spritzflüssigkeit angetrocknet war, wurden je 3 ungeflügelte Virgines auf die Pflanzen gesetzt. Nach 12 Tagen wurde festgestellt, welche Wirkung sich auf die Fertilität der Aphiden ergeben hatte.

Tabelle 1: Kontaktwirkung von Terramycin, Likuden und Flavomycin auf A. fabae

Behandlung	Zahl der Larven in 12 Tagen Ø	Reduktion %	Gewicht mg Ø	Reduktion %	Länge mm Ø	Breite mm Ø
Kontrolle	81,60	-	0,70	-	1,95	1,03
Flavomycin	64,65	20,77	0,50	28	1,53	0,78
Likuden	54,20	33,57	0,55	21	1,55	0,78
Terramycin	41,12	49,60	0,45	35	1,40	0,69

Ergebnisse:

Fertilität. Aus Tabelle 2 ist zu entnehmen, daß die angewandten Präparate eine gute systemische Wirkung hatten. Terramycin reduzierte die Fertilität innerhalb von 12 Tagen um 66 %, während Likuden und Flavomycin sie jeweils um 39 und 31 % verminderten (Abb. 1, Tab. 2).

Größe. Die Größe der Blattläuse, die auf behandelten Pflanzen herangewachsen waren, war deutlich verringert. Normale Aphiden auf ungespritzten Pflanzen maßen 1,88 mm in der Länge und 1,06 mm in der Breite, während die Tiere auf den mit Terramycin behandelten nur 1,50 mm lang und 0,75 mm breit wurden.

Gewicht. Das Gewicht der Aphiden wurde ebenfalls stark herabgesetzt. Es lag bei den Blattläusen an terramycinhaltigen Pflanzen um 42 %, an likudenhaltigen um 21 % und an flavomycinhaltigen um 37 % niedriger als bei Kontrolltieren.

Die systemische Wirkung der angewandten Substanzen war somit stärker als die Kontaktwirkung.

Tabelle 2: Systemische Wirkung von Terramycin, Likuden und Flavomycin auf A. fabae

Behandlung	Zahl der Larven in 12 Tagen Ø	Reduktion %	Gewicht mg Ø	Reduktion %	Länge mm Ø	Breite mm Ø
Kontrolle	54,21	-	0,64	-	1,88	1,06
Flavomycin	32,20	31,31	0,40	37	1,53	0,76
Likuden	33,16	38,83	0,50	21	1,58	0,85
Terramycin	18,29	66,37	0,37	42	1,50	0,75

c) Kombination von systemischer und Kontaktwirkung bei einer Behandlung

Methodik:

Junge, mit je 3 adulten, ungeflügelten Virgines besetzte Ackerbohnenkeimlinge wurden mit Terramycin, Likuden und Flavomycin in 0,2 %iger Konzentration gespritzt. 12 Tage nach der Anwendung dieser Chemikalien wurden die durchschnittliche Größe und das durchschnittliche Gewicht der behandelten Blattläuse ermittelt; außerdem wurde die Zahl der abgegebenen Larven festgestellt.

Ergebnisse:

Fertilität. Durch die kombinierte systemische und Kontaktwirkung der angewandten Antibiotica und Sulphonamide wurde die Fertilität sehr stark herabgesetzt. Terramycin reduzierte sie um 69 %, während Flavomycin und Likuden eine etwa 40 %ige Verminderung erzielten (Abb. 1, Tab. 3).

Gewicht. Auch das Gewicht wurde erheblich vermindert. Bei Likuden betrug die Verringerung 30 %, bei Terramycin und Flavomycin 43 %.

Größe. Die Größe der Versuchstiere wurde ebenfalls deutlich herabgesetzt (Tab. 3).

Tabelle 3: Kombinierte Kontakt- und systemische Wirkung von Terramycin, Likuden und Flavomycin auf A. fabae bei 1 Behandlung

Behandlung	Zahl der Larven in Reduktion 12 Tagen		Gewicht	Reduktion	Länge	Breite
	Ø	%	mg Ø	%	mm Ø	mm Ø
Kontrolle	80,43	-	0,65	-	1,87	1,11
Flavomycin	48,90	39,20	0,37	43	1,51	0,86
Likuden	48,50	39,69	0,45	30	1,63	0,92
Terramycin	25,00	68,91	0,37	43	1,57	0,90

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß alle verwendeten Chemikalien auf A. fabae einen deutlichen negativen Einfluß ausüben. Terramycin setzt die Fertilität der Aphiden stärker herab als Likuden und Flavomycin. Innerhalb von 12 Tagen wird die Zahl der Nachkommen behandelter Aphiden durch dieses Präparat bei direkter Behandlung der Blattläuse (Kontaktwirkung) um 50 %, bei indirekter (systemische Wirkung) um 66 %, und bei Kombination von beiden (Kontakt- + systemische Wirkung) um 69 % reduziert. Obwohl die systemische und Kontaktwirkung von Likuden stärker sind als die von Flavomycin, zeigen beide Mittel bei "kombinierter" Applikation etwa gleichwertige Fähigkeiten hinsichtlich der Verminderung der Fertilität. Flavomycin kann das Gewicht der Aphiden stärker herabsetzen als Likuden. Seine Wirkung auf die Fertilität ist der des Terramycin zwar unterlegen, jedoch reduziert es das Gewicht der behandelten Insekten ebenso stark.

Die Größe der Blattläuse wird durch alle geprüften Chemikalien herabgesetzt. Flavomycin erweist sich in dieser Hinsicht als das wirksamste Präparat.

Abb. 1: Verminderung der Fertilität (Reproduktivität) und des Gewichtes von A. fabae bei verschiedener Anwendung von Terramycin, Likuden und Flavomycin.

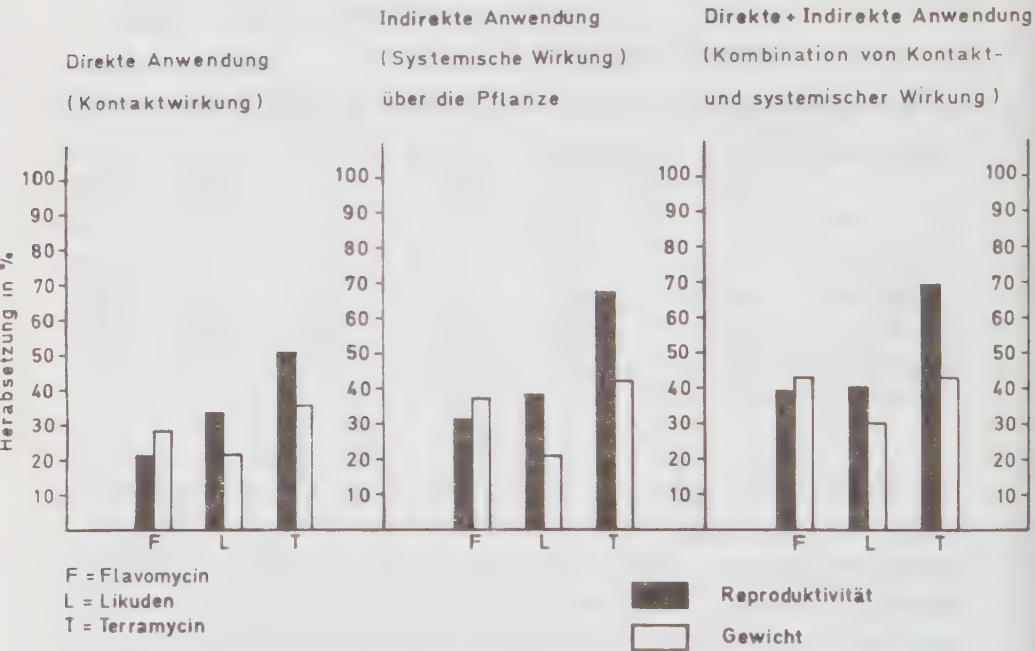
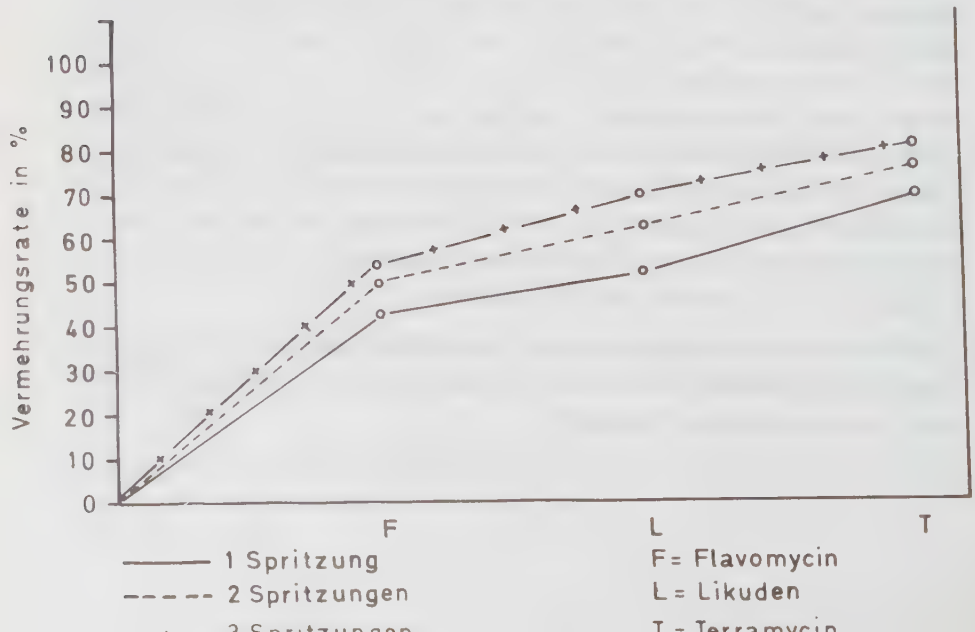


Abb. 2: Fertilität von A. fabae nach 1 - 3 Spritzungen.



- d) Kombination von systemischer und Kontaktwirkung bei mehreren Behandlungen

Methodik:

Je 3 aptere Virgines wurden auf junge Ackerbohnenpflanzen gesetzt. Nach 1 Woche hatte sich eine Kolonie gebildet, in der alle Larvenstadien und adulte Aphiden vertreten waren. Die Pflanzen und die an ihnen saugenden Insekten wurden zu diesem Zeitpunkt mit 0,2 %igem Terramycin, Likuden oder Flavomycin gespritzt. 1 und 2 Wochen später erfolgte die 2. bzw. 3. Spritzung mit den genannten Substanzen. Die abschließende Auswertung wurde 4 Wochen nach der Erstbesiedlung der Ackerbohnen mit Aphiden durchgeführt.

Ergebnisse:

1 Spritzung. Wie aus Tab. 4 ersichtlich ist, reduzierte 1 Spritzung mit Terramycin, Likuden und Flavomycin die Individuenzahl in den Kolonien von A. fabae in 4 Wochen um 68 %, 52 % und 44 %. Ebenso wurden Größe und Gewicht der Blattläuse herabgesetzt. Infolge der Wirkung der Antibiotica und Sulphonamide konnten die Insekten nicht die normale Größe erreichen. Sie blieben klein und erzeugten in 3 Wochen nur eine relativ geringe Zahl von Larven.

2 Spritzungen. In jedem Falle zeigten 2 Spritzungen einen besseren Erfolg als nur 1 Behandlung. Flavomycin, Likuden und Terramycin reduzierten die Fertilität um 50 %, 62 % und 76 %. Die Größe und das Gewicht der Blattläuse wurden ebenfalls sehr stark vermindert.

3 Spritzungen. Bei 3 Behandlungen wurde die Zahl der Aphiden durch Terramycin um 80 % reduziert; Likuden setzte sie um 69 %, Flavomycin um 53 % herab. Diese Resultate bewiesen, daß durch 3malige Spritzung im Vergleich zu 2 Behandlungen eine weitere Steigerung der Wirkung erreicht werden kann (Abb. 2). Im Hinblick auf eine Verminderung des Gewichts der Blattläuse zeigte sich eine entsprechende Tendenz.

Tabelle 4: Kombinierte Kontakt- und systemische Wirkung von Terramycin, Likuden und Flavomycin auf *A. fabae* bei mehreren Behandlungen

Behandlung	Zahl der Tiere nach Reduktion 4 Wochen Ø	%	Gewicht mg Ø	Reduktion %	Länge mm Ø	Breite mm Ø
Kontrolle	386	-	0,70	-	1,91	1,00
<u>1 Spritzg.</u>						
Flavomycin	216	44,04	0,504	28,00	1,65	0,89
Likuden	184	52,33	0,500	28,57	1,66	0,85
Terramycin	123	68,13	0,460	34,28	1,65	0,80
<u>2 Spritzgn.</u>						
Flavomycin	194	49,74	0,475	32,14	1,61	0,82
Likuden	146	62,17	0,500	28,57	1,58	0,81
Terramycin	94	75,64	0,410	40,00	1,57	0,75
<u>3 Spritzgn.</u>						
Flavomycin	181	53,10	0,410	40,00	1,57	0,70
Likuden	121	68,65	0,430	38,55	1,58	0,83
Terramycin	76	80,30	0,385	45,00	1,56	0,70

2. Wirkung verschiedener, mit Zusatz von Emulgatoren und Netzmitteln angewandter Antibiotica und Sulphonamide auf Fertilität, Lebensdauer, Gewicht und Größe von *A. fabae*

a) Systemische Wirkung von Flavomycin bei Zusatz von verschiedenen Emulgatoren und Netzmitteln

Methodik:

10 Tage alte Ackerbohnenpflanzen wurden mit 0,2 %igem Flavomycin gespritzt. Ebenso wurden verschiedene Emulgatoren und Netzmittel in einer Konzentration von 0,1 % zusammen mit Flavomycin angewandt, um festzustellen, ob diese Zusätze die Wirkung des Antibioticums steigern können. Die Emulgatoren und Netzmittel wurden auch allein angewandt, um zu sehen, ob sie

selbst einen Effekt zu erzielen imstande sind. Die Kontrollpflanzen wurden nur mit Wasser gespritzt.

Die behandelten Pflanzen wurden nach dem Antrocknen der angewandten Substanzen mit je 10 L₁ besetzt. Die Dauer der Larvalentwicklung, sowie Größe, Gewicht und Zahl der Nachkommen wurden mit Hilfe der im allgemeinen Teil der Arbeit angegebenen Methoden ermittelt.

Ergebnisse:

Larvalentwicklung. In der Kontrollgruppe war die Larvalentwicklung in der Regel nach 5 Tagen beendet, bei einigen Individuen jedoch erst nach 6 Tagen. Die mit Flavomycin (allein) behandelten Aphiden benötigten im allgemeinen 6 - 7 Tage, um das adulte Stadium zu erreichen. Bei einigen Tieren dauerte dies sogar 8 Tage, weshalb gefolgert werden konnte, daß durch die Anwendung von Flavomycin die Dauer der Metamorphose um ca. 1 - 3 Tage verlängert wurde. Der Emulgator NP₁₀ erwies sich bei Kombination mit Flavomycin in bezug auf die Herabsetzung der Fertilität der Aphiden als gut wirksam, wogegen er die Dauer der Larvalentwicklung im Vergleich zu Flavomycin allein nicht verlängerte. Kombinationen des Antibioticums mit anderen Emulgatoren bzw. Netzmitteln zeigten ebenfalls keinen abweichenden Einfluß im Vergleich zu Flavomycin allein. Wenn die Pflanzen nur mit Wasser oder nur mit Emulgatoren oder Netzmitteln behandelt wurden, ergab sich keine Beeinflussung der Larvalentwicklung. Die Aphiden benötigten 5 wie die Kontrolltiere, in einigen Fällen 6 Tage für ihre Metamorphose.

Fertilität. Flavomycin zeigte auch allein eine gute systemische Wirkung auf die Aphiden, deren Fertilität um 45 % gesenkt wurde, während sie bei gleichzeitiger Anwendung des Emulgators NP₁₀ um 53 % zurückging. Die übrigen Emulgatoren und Netzmittel verstärkten die Wirkung von Flavomycin nicht so deutlich. Die Emulgatoren und Netzmittel selbst hatten keine nennenswerte Wirkung auf die Fertilität, was aus Tab. 5 ersehen werden kann.

Gewicht. Das Gewicht der Versuchstiere wurde durch Flavomycin stark herabgesetzt. Dagegen hatten die Emulgatoren, wenn sie allein angewendet wurden, keinen wesentlichen Einfluß auf das Gewicht der behandelten Insekten (Abb. 3).

Tabelle 5: Systemische Wirkung von Flavomycin allein sowie bei Zusatz von verschiedenen Emulgatoren und Netzmitteln

Behandlung	Zahl der Larven in	Reduktion	Gewicht	Reduktion	Länge	Breite
	10 Tagen Ø	%	mg Ø	%	mm Ø	mm Ø
Kontrolle	79,70	-	0,70	-	1,88	0,97
Flavomycin	44,20	44,54	0,54	35,71	1,51	0,88
Flavomycin + Emulgator NP ₁₀	37,46	52,99	0,50	28,50	1,47	0,91
Flavomycin + Wannin	45,70	40,15	0,65	7,10	1,58	0,96
Flavomycin + Nonylphenol + 10 AeO	49,03	38,48	0,55	21,42	1,60	0,90
Emulgator NP ₁₀	76,00	4,64	0,66	5,70	1,63	0,93
Wannin	71,30	10,53	0,65	7,10	1,68	0,96
Nonylphenol + 10 AeO	75,16	5,69	0,75	+7,10	1,80	1,00

Größe. Die Blattläuse blieben kleiner, wenn sie auf den mit Flavomycin gespritzten Pflanzen aufwuchsen. Zwischen den verschiedenen Behandlungen ließen sich jedoch keine deutlichen Unterschiede feststellen (Tab. 5).

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß das Flavomycin die Fähigkeit besitzt, die Fertilität von Aphiden zu vermindern und daß seine Wirkung durch den Emulgator NP₁₀ verstärkt wird (Tab. 5). Dagegen erweisen sich Kombinationen des Mittels mit anderen Emulgatoren als nicht besonders wirkungssteigernd. Das Gewicht und die Größe der Versuchstiere werden durch das

Antibioticums deutlich reduziert.

b) Kontaktwirkung von Flavomycin bei Zusatz von verschiedenen Emulgatoren und Netzmitteln

Methodik:

A. fabae-Larven des 1. Stadiums wurden in eine Petrischale auf Filterpapier gesetzt und mit verschiedenen Kombinationen gespritzt, die sich aus Flavomycin und Emulgatoren oder Netzmitteln zusammensetzten. Danach wurden sie zur weiteren Beobachtung auf junge, unbehandelte Ackerbohnenkeimlinge übertragen.

Ergebnisse:

Larvalentwicklung. Während die Bohnenblattläuse normalerweise nur 5 Tage brauchen, um das adulte Stadium zu erreichen, benötigten sie nach Spritzung mit Flavomycin 6 - 7 Tage. Die Emulgatoren und Netzmittel hatten, allein angewandt, dagegen keinen Einfluß auf die Larvalentwicklung. Auch die Kombinationen von Flavomycin mit verschiedenen Emulgatoren bzw. Netzmitteln zeigten praktisch die gleiche Wirkung wie Flavomycin ohne Zusätze.

Fertilität. Flavomycin reduzierte die Fertilität innerhalb von 10 Tagen um 40 %. Seine Fähigkeit, die Zahl der Nachkommen zu verringern, wurde durch den Emulgator NP₁₀ noch verbessert (Abb. 3, Tab. 6). Die Kombination von Flavomycin mit Wannin erwies sich als besser als die von Flavomycin + Nonylphenol + 10 AeO. NP₁₀ erwies sich als der beste Zusatz. Unbehandelte Aphiden produzierten in 10 Tagen $\emptyset$ 78 Larven, während die mit Flavomycin + Emulgator NP₁₀ behandelten nur 43 hervorbrachten (Tab. 6).

Gewicht. Das Gewicht unbehandelter Aphiden belief sich auf 0,705 mg, während nach Behandlung mit Flavomycin bzw. Flavomycin + Emulgator NP₁₀ nur noch Werte von 0,525 mg bzw. 0,500 mg erreicht wurden. Andererseits erhöhte sich nach Spritzung mit dem Emulgator NP₁₀ allein das Gewicht auf 0,750 mg. Die Wirkung der anderen Substanzen kann Tab. 6 entnommen werden.

Tabelle 6: Kontaktwirkung von Flavomycin allein sowie bei Zusatz von verschiedenen Emulgatoren

Behandlung	Zahl der Larven in Reduktion		Gewicht Reduktion		Länge Breite	
	10 Tagen Ø	%	mg Ø	%	mm Ø	mm Ø
Kontrolle	78,15	-	0,705	-	1,95	1,00
Flavomycin	46,65	40,30	0,525	25,53	1,80	0,90
Flavomycin + Emulgator NP ₁₀	43,20	44,72	0,500	29,03	1,60	0,87
Flavomycin + Wannin	46,62	40,34	0,580	17,73	1,80	0,93
Flavomycin + Nonylphenol + 10 AeO	51,65	33,90	0,611	13,33	1,73	0,98
Emulgator NP ₁₀	77,33	1,04	0,750	+6,38	1,90	0,80
Wannin	69,10	11,58	0,730	+3,54	1,88	0,95
Nonylphenol + 10 AeO	84,80	+8,50	0,750	+6,30	1,82	1,00

Größe. Die Blattläuse, die mit Flavomycin oder mit einer Kombination von Flavomycin und Emulgatoren oder Netzmitteln behandelt wurden, blieben im allgemeinen wesentlich kleiner als die unbehandelten. Normalerweise belief sich die Länge der adulten Aphiden auf 1,95 mm und die Breite auf 1,00 mm, nach Anwendung von Flavomycin + NP₁₀ nur noch auf 1,60 mm und 0,87 mm (Tab. 6).

- c) Kombinierte systemische und Kontaktwirkung von Flavomycin, Likuden und Terramycin bei gleichzeitiger Anwendung des Emulgators NP₁₀

Methodik:

10 aptere Virgines wurden auf je einen Ackerbohnenkeimling gesetzt und nach 24 Stunden wieder entfernt. Anschließend wurde die von den Blattläusen abgegebenen Erstlarven mit Terramycin,

Abb. 3: Reduktion von Fertilität (Vermehrungsrate) und Gewicht von A. fabae nach Anwendung von Flavomycin und Kombinationen des Antibioticums mit verschiedenen Emulgatoren

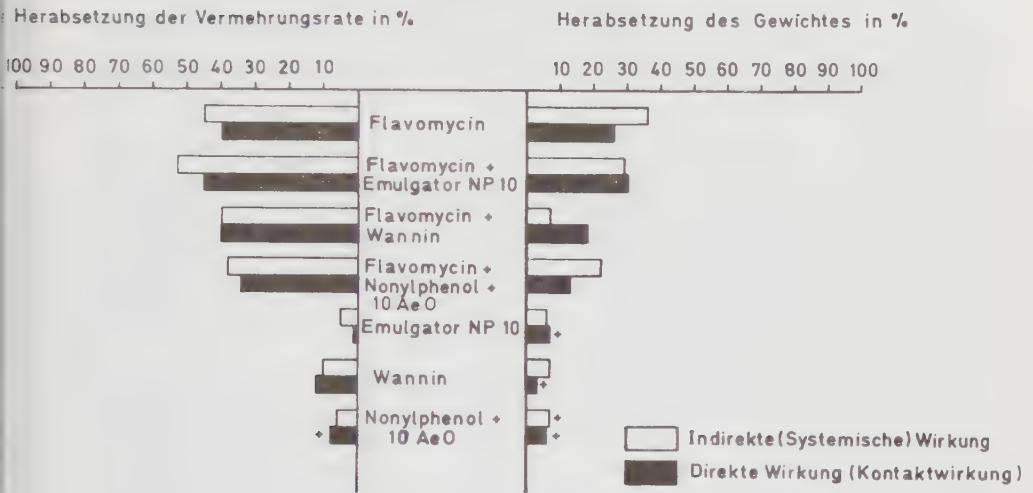
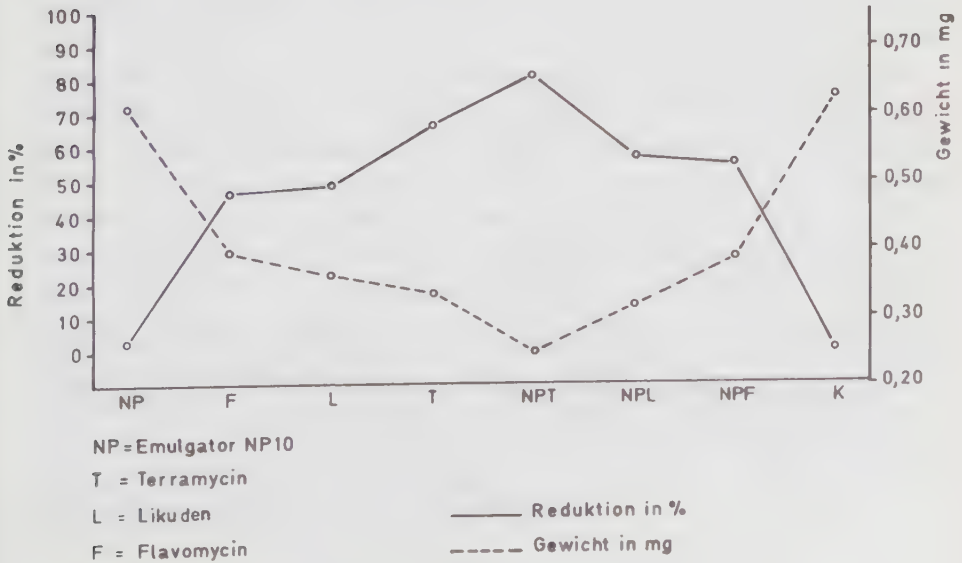


Abb. 4: Zusammenhang zwischen dem Gewicht und der Reduktion der Vermehrungsrate.



Likuden und Flavomycin sowie Kombinationen dieser Substanzen mit dem besonders wirksamen Emulgator NP₁₀ gespritzt. Nachdem die Aphiden das adulte Stadium erreicht hatten, wurden jeweils nur 3 von ihnen auf jeder Pflanze belassen, um den Einfluß der Spritzungen auf die Fertilität dieser Tiere besser beobachten zu können.

Ergebnisse:

Larvalentwicklung. Die Entwicklung der Larven war in der Kontrolle nach 5 - 6 Tagen abgeschlossen. Flavomycin verlängerte die Entwicklungsdauer um durchschnittlich 2 - 3 Tage, Likuden um 2 - 4 Tage und Terramycin um 3 - 4 Tage. In einigen Fällen trat sogar eine Verzögerung um 3 - 6 Tage ein.

Fertilität. Die Fertilität wurde durch Flavomycin, Likuden und Terramycin um jeweils 47 %, 47 % und 66 % verringert (Tab. 7). Die Kombinationen dieser Substanzen mit dem Emulgator NP₁₀ bewirkten ein Absinken der Vermehrungsrate um 55 %, 57 % und 81 % (Abb. 4). Die Zahl der Nachkommen wurde also durch eine gleichzeitige direkte und indirekte Wirkung am stärksten verringert.

Gewicht. Das Gewicht der behandelten Insekten wurde in jedem Falle stark reduziert. Es bestand hierbei eine deutliche Korrelation zwischen der Verringerung des Gewichtes und der Fertilität der Insekten, da leichtere Aphiden auch eine geringere Reproduktionskapazität zeigten als schwerere (Abb. 4). Unbehandelte Blattläuse wogen 0,625 mg und produzierten in 10 Tagen 81 Larven, während behandelte (Terramycin + Emulgator NP₁₀) nur 0,22 mg schwer waren und lediglich 15 Larven abgaben.

Größe. Die Größe der Versuchstiere wurde durch die Behandlung mit Antibiotica oder Sulphonamiden deutlich vermindert. Genaue Zahlen können der Tab. 7 entnommen werden.

Tabelle 7: Kombinierte Kontakt- und systemische Wirkung von Terramycin, Likuden und Flavomycin bei Zusatz von Emulgator NP₁₀

Behandlung	Zahl der Larven in 10 Tagen Ø	Reduktion %	Gewicht mg Ø	Reduktion %	Länge mm Ø	Breite mm Ø
Kontrolle	81,59	-	0,625	-	1,87	0,97
Emulgator NP ₁₀	79,00	3,07	0,610	2,40	1,85	0,93
Flavomycin	43,26	46,97	0,395	36,80	1,71	0,95
Likuden	42,88	47,44	0,370	40,80	1,81	0,77
Terramycin	27,83	65,89	0,335	46,40	1,68	0,81
Flavomycin + Emulgator NP ₁₀	36,70	55,01	0,384	38,56	1,56	0,81
Likuden + Emulgator NP ₁₀	34,91	57,21	0,315	49,60	1,60	0,81
Terramycin + Emulgator NP ₁₀	15,50	81,00	0,220	64,80	1,59	0,67

d) Wirkung verschiedener Konzentrationen von Terramycin
(+ Emulgator NP₁₀)

Methodik:

EHRHARDT, JAYARAJ und SCHMUTTERER (1967) hatten festgestellt, daß 0,01 %iges Terramycin keinen Einfluß auf die Fertilität ausübt, eine Konzentration von 0,1 % nur einen sehr geringen. Dagegen bewirkte 0,2 %iges Terramycin eine deutliche Verminderung der Reproduktionsrate von A. fabae. Eigene Untersuchungen wurden mit dem Ziel durchgeführt, auch den Einfluß höherer Konzentrationen des Antibioticums zu ermitteln. Das Präparat wurde in 0,2-, 0,3-, 0,5- und 0,7 %iger Konzentration zusammen mit dem Emulgator NP₁₀ (0,1 %) angewandt. Junge Ackerbohnenpflanzen und an ihnen saugende L₁ von A. fabae wurden gleichzeitig gespritzt, um eine kombinierte Kontakt- und systemische Wirkung des Antibioticums zu erreichen.

Ergebnisse:

Larvalentwicklung. Die postembryonale Entwicklung von behandelten Aphiden war nach 6 - 7 Tagen, manchmal erst nach 8 Tagen abgeschlossen, während sie bei unbehandelten nur 5 Tage dauerte. Hinsichtlich der Wirkung der verschiedenen Konzentrationen von Terramycin bestanden keine wesentlichen Unterschiede.

Fertilität. Die mit Terramycin behandelten Blattläuse waren nahezu steril. Nach 6 - 7 Tagen waren sie im allgemeinen nicht mehr fähig, weitere Larven zu produzieren. Der Einfluß auf die Fertilität entsprach der angewandten Konzentration des Antibiotikums: In 0,2 %iger Konzentration reduzierte es die Zahl der Nachkommen um 84 %, während 0,3 %-, 0,5 %- und 0,7 %ige Lösungen sie um 87 %, 91 % und 92 % verminderten. Besonders die beiden höchsten Konzentrationsstufen bewirkten aber auch phytotoxische Effekte an den behandelten Pflanzen. Die Unterschiede in der Wirkung 0,7- oder 0,5 %iger Lösungen einerseits und 0,2- bzw. 0,3 %iger andererseits waren nicht erheblich (Tab. 8).

Tabelle 8: Wirkung verschiedener Konzentrationen von Terramycin (+ Emulgator NP₁₀) auf A. fabae (Spritzung mit A. fabae besiedelter Pflanzen)

Behandlung	Zahl der Larven in	Reduktion	Gewicht	Reduktion	Länge	Breite
	10 Tagen Ø	%	mg Ø	%	mm Ø	mm Ø
Kontrolle	67,03	-	0,570	-	2,00	1,00
Emulgator NP ₁₀						
+ 0,2 % Terramycin	11,02	83,55	0,275	51,75	1,50	0,80
+ 0,3 % Terramycin	8,93	86,67	0,320	33,33	1,50	0,80
+ 0,5 % Terramycin	6,26	90,66	0,255	55,26	1,50	0,70
+ 0,7 % Terramycin	5,12	92,36	0,215	62,26	1,45	0,75

Mortalität der Larven. Nach der Anwendung von höher konzentriertem Terramycin konnte beobachtet werden, daß einige behandelte Larven schon im Alter von 1 oder 2 Tagen eingingen. Es starben insgesamt 10 - 15 % der Blattläuse, die mit 0,5- oder 0,7-%igem Terramycin gespritzt worden waren.

Größe. Die Länge unbehandelter Kontrolltiere belief sich im Durchschnitt auf 2, die Breite auf 1 mm. Nach der Behandlung mit Terramycin wurden die Blattläuse nur 1,45 bis 1,50 mm lang und 0,70 bis 0,80 mm breit. Die Wirkung, die Terramycin in höheren Konzentrationen erzielte, war im Vergleich zu niedrigeren Konzentrationen nicht sehr unterschiedlich.

Gewicht. Das Gewicht der behandelten Blattläuse wurde im Vergleich zu dem der unbehandelten stark herabgesetzt. Die Verringerung des Gewichtes reichte je nach der angewandten Konzentration von 33 bis 62 %. Das Gewicht einer unbehandelten Blattlaus belief sich im Durchschnitt auf 0,57 mg, während es nach Behandlung mit 0,7 %igem Terramycin auf 0,215 mg absank.

Phytotoxizität. Terramycin in 0,2- und 0,3 %iger Konzentration schädigte die Bohnenkeimlinge nicht. Dagegen zeigten die Pflanzen nach einer Behandlung mit Terramycin in 0,5- und 0,7 %igen Konzentrationen einige Wochen lang Vergiftungserscheinungen. Die oberen, zarten Blätter der jungen Bohnenkeimlinge nahmen 1 - 2 Tage nach der Behandlung eine gelbliche Farbe an. Nach 3 - 4 Tagen verkümmerten sie schließlich und zeigten eine atypische Form und Größe. Nach ca. 2 Wochen verschwand die Gelbfärbung wieder und die Pflanzen entwickelten sich mehr oder weniger normal weiter. Terramycin in 0,2 %iger Konzentration zeigte dagegen keine Phytotoxizität. 0,3 %iges Terramycin rief an einigen Blättern leichte Verfärbungen hervor, durch die das Wachstum der Pflanzen aber praktisch nicht negativ beeinflusst wurde.

Abb. 5: Reduktion von Reproduktivität und Gewicht von A. fabae nach Anwendung verschiedener Konzentrationen von Terramycin (+ NP₁₀).

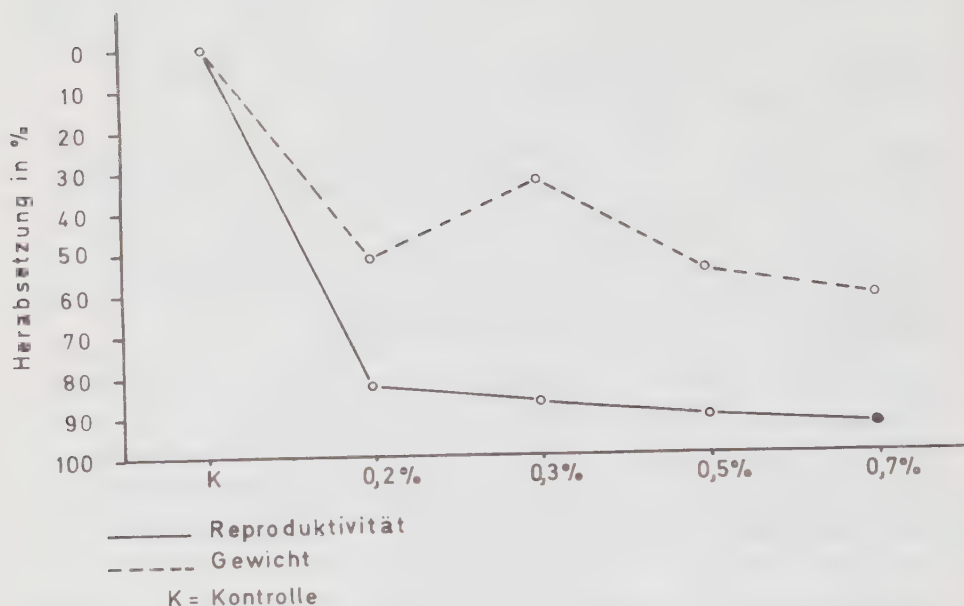
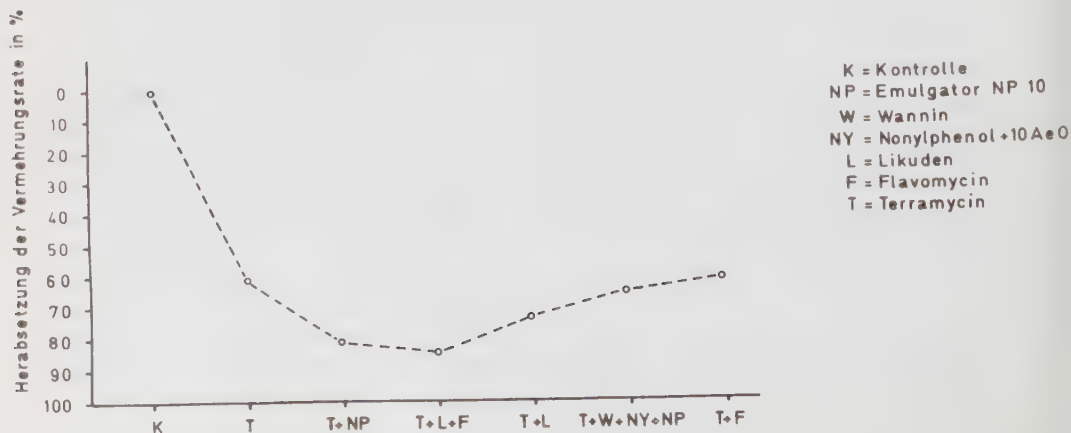


Abb. 6: Verminderung der Vermehrungsrate von A. fabae nach Anwendung von Terramycin in Kombination mit verschiedenen anderen Antibiotica und Emulgatoren.



- e) Wirkung von Kombinationen von Terramycin mit verschiedenen Antibiotica, Sulphonamiden und Emulgatoren

Methodik:

Auf je einen jungen Bohnenkeimling wurden 10 aptere Virgines zur Abgabe von Larven gesetzt. Nach 24 Stunden wurden die adulten Aphiden wieder von den Pflanzen entfernt und die von ihnen abgegebenen Erstlarven zusammen mit ihren Nährpflanzen gespritzt. Terramycin wurde mit Flavomycin, Likuden, Emulgator NP₁₀, Wannin und Nonylphenol + 10 AeO kombiniert.

Ergebnisse:

Larvalentwicklung. Die Larvalentwicklung der behandelten Aphiden wurde durch die Anwendung der verschiedenen Kombinationen um mehrere Tage in die Länge gezogen; meistens handelte es sich um 1 - 2, in einigen Fällen um 4 - 5 Tage oder mehr. Die Tiere in den Kontrollgruppen erreichten das adulte Stadium in 5, manchmal in 6 Tagen. Die Kombination von Terramycin + Likuden + Flavomycin verlängerte die Entwicklung meistens um 2 - 4, manchmal um 5 - 6 Tage. Die anderen Kombinationen erzielten etwa das gleiche Ergebnis.

Fertilität. Die Kombinationen von Terramycin mit verschiedenen Emulgatoren bzw. Netzmitteln oder mit Likuden und Flavomycin reduzierten die Fortpflanzungsrate der behandelten Aphiden stärker als Terramycin allein. Die Zahl der Nachkommen wurde durch Terramycin (allein) um 61 % verringert, während sie durch die Kombination von Terramycin mit Emulgator NP₁₀ um 80 % herabgesetzt wurde (Abb. 6). Wenn Terramycin zusammen mit Likuden und Flavomycin appliziert wurde, konnte eine maximale Reduktion der Fertilität, nämlich von 85 % erreicht werden. Die anderen Kombinationen verringerten die Zahl der Nachkommen um 62 - 74 % (Tab. 9).

Gewicht. Die behandelten Aphiden besaßen nur ein geringes Gewicht. Im Vergleich mit unbehandelten Tieren waren sie um 28 % - 52 % leichter. Aphiden der Kontrollgruppe hatten ein durchschnittliches Gewicht von 0,99 mg, während Blattläuse,

die mit Terramycin + Flavomycin + Likuden gespritzt worden waren, nur 0,47 mg wogen. Die Kombination von Terramycin + Flavomycin ergab im Vergleich zu Terramycin allein keinen Unterschied. Die Kombination von Terramycin + Likuden erwies sich als ebenso wirksam wie die von Terramycin + Emulgator NP₁₀.

Tabelle 9: Wirkung von Kombinationen von Terramycin mit anderen Antibiotica und Emulgatoren

Behandlung	Zahl der Larven in 10 Tagen Ø	Reduktion %	Gewicht mg Ø	Reduktion %	Länge mm Ø	Breite mm Ø
Kontrolle	79,00	-	0,99	-	2,10	1,16
Terramycin	30,81	61,00	0,71	27,72	1,85	0,93
Terramycin + Emulgator NP ₁₀	15,59	80,10	0,56	43,43	1,71	0,80
Terramycin + Wannin + Nonylphenol + 10 AeO + Emulgator NP ₁₀	26,86	66,00	0,55	44,44	1,85	0,90
Terramycin + Flavomycin	29,23	61,70	0,71	27,72	1,81	0,90
Terramycin + Likuden	20,33	74,20	0,56	43,43	1,85	0,93
Terramycin + Flavomycin + Likuden	11,85	85,00	0,47	52,02	1,75	0,84

Größe. Die Größe behandelter Aphiden war geringer als die unbehandelter. Unbehandelte Blattläuse waren 2,10 mm lang und 1,16 mm breit, mit Terramycin + NP₁₀ gespritzte nur 1,71 und 0,80 mm. Die Kombinationen von verschiedenen Antibiotica mit oder ohne Emulgatoren verringerten die Größe der Blattläuse so stark oder etwas stärker als Terramycin allein (Abb. 7, Tab. 9).

Abb. 7: Größe der Imagines von *A. fabae* unter dem Einfluß von Terramycin in Kombination mit anderen Antibiotika und Emulgatoren.

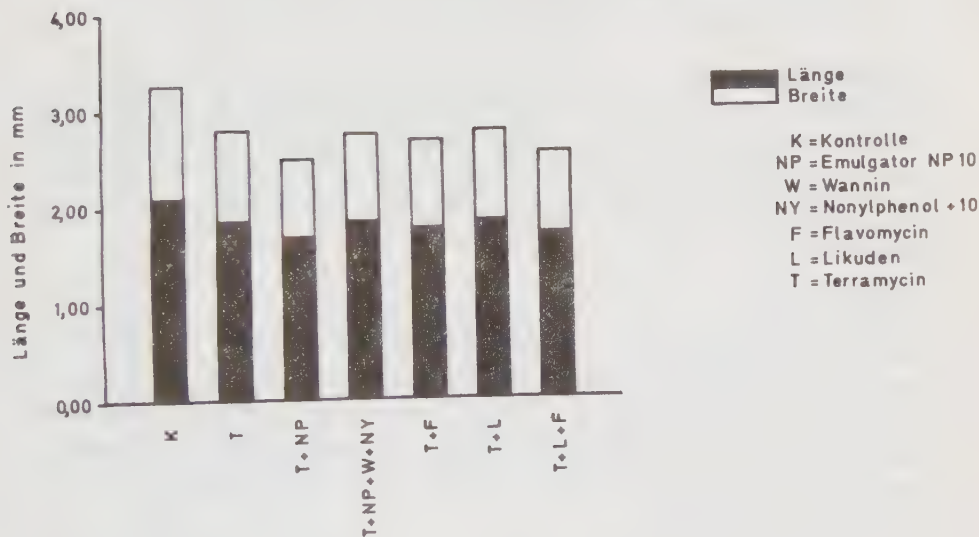
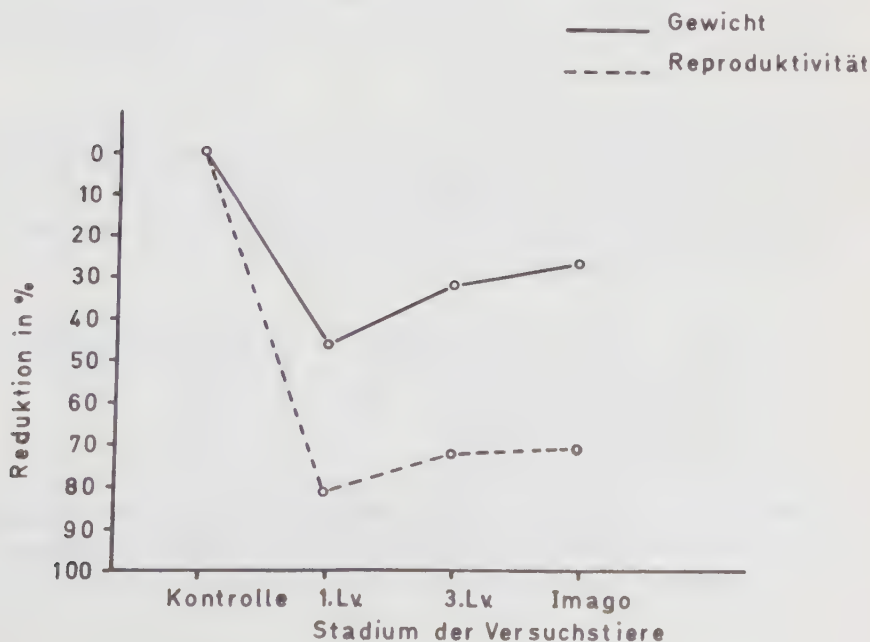


Abb. 8: Reduktion von Gewicht und Reproduktivität verschiedener Stadien von *A. fabae* durch Anwendung von Terramycin + Emulgator NP₁₀.



f) Wirkung von Terramycin (+ Emulgator NP₁₀) auf verschiedene Entwicklungsstadien von A. fabae

Methodik:

Terramycin wurde in einer Konzentration von 0,2 % zusammen mit 0,1 %igem Emulgator NP₁₀ direkt auf L₁, L₃ und aptere Virgines von A. fabae gespritzt. Danach wurden die Fertilität, Gewicht und Größe sowie bei den Larven auch die Dauer der Entwicklung ermittelt.

Ergebnisse:

Larvalentwicklung. Die Larven zeigten keine durch die Spritzung bedingte Mortalität. Ihre Postembryonalentwicklung wurde meist um 2 Tage, manchmal um 3 - 5 Tage oder noch stärker verzögert, wenn das 1. Larvenstadium behandelt worden war. Wurde jedoch das 3. Larvenstadium gespritzt, so trat eine Verzögerung um höchstens 1 Tag ein.

Fertilität. Aus Tabelle 10 geht klar hervor, dass die Reproduktionskapazität dann am meisten reduziert wurde, wenn das 1. Larvenstadium mit dem Antibioticum behandelt worden war. Zwischen dem 3. und dem adulten Stadium bestand kein großer Unterschied, da beim 3. Larvenstadium die Wirkung nur um 2 % größer war als bei den adulten Tieren (Abb. 8).

Gewicht und Größe. Wie aus Tab. 10 ersichtlich ist, hatte das Antibioticum auf Gewicht und Größe der Imagines einen größeren Einfluß. Durch Behandlung des 1. Larvenstadiums wurde das Gewicht am meisten reduziert. Die Wirkung auf die adulten Aphiden war demgegenüber am geringsten.

g) Wirkung von Terramycin (+ Emulgator NP₁₀) auf A. fabae an verschiedenen Nährpflanzen

α) Beta vulgaris, Futterrübe

Methodik:

Bohnenblattläuse des 1. Larvenstadiums, die auf jungen Beta vulgaris-Pflanzen saßen, wurden mit Terramycin + Emulgator NP₁₀ gespritzt. Danach wurden Larvalentwicklung, Fertilität,

Tabelle 10: Wirkung von Terramycin (+ Emulgator NP₁₀) auf verschiedene Entwicklungsstadien von A. fabae

Entwicklungsstadium	Behandlung	Zahl der Larven Reduktion Gewicht Reduktion Länge Breite					
		in 10 Tagen	%	mg	%	mm	mm
		ϕ		ϕ		ϕ	ϕ
1. Larvenstadium	Kontrolle	69,42	-	0,79	-	2,10	1,10
	T + NP ₁₀	13,12	81,10	0,43	45,56	1,78	0,93
2. Larvenstadium	Kontrolle	65,89	-	0,88	-	2,24	1,18
	T + NP ₁₀	18,27	72,27	0,61	30,68	1,87	0,97
Adultes Stadium (aptere Virgines)	Kontrolle	79,00	-	0,81	-	2,11	1,10
	T + NP ₁₀	23,00	70,88	0,60	25,92	1,95	1,00

T =
Terramycin.

NP₁₀ =

Emulgator NP₁₀

Gewicht und Größe der behandelten Aphiden festgestellt und mit den in einer unbehandelten Kontrollgruppe ermittelten Werten verglichen.

Ergebnisse:

Larvalentwicklung. Die Larvalentwicklung der behandelten Blattläuse wurde um 2, in einigen Fällen um 3 - 4 Tage oder noch länger verzögert. Die Entwicklung unbehandelter Tiere war dagegen schon nach 7 Tagen abgeschlossen.

Fertilität. Die Zahl der Nachkommen von A. fabae auf Beta vulgaris-Pflanzen wurde im Vergleich zur unbehandelten Kontrollgruppe um 54 % herabgesetzt (Tab. 11).

Gewicht. Das Gewicht der behandelten Aphiden war um 31 % reduziert.

Größe. Länge und Breite behandelter Blattläuse waren deutlich geringer als bei den unbehandelten Tieren (siehe Tab. 11).

β) Phaseolus vulgaris, Bohne

Larvalentwicklung. Die postembryonale Entwicklung wurde um 1 - 2, teilweise sogar um 3 - 4 Tage verzögert. Sie dauerte bei den Tieren der Kontrollgruppe 5 - 6, bei den behandelten 7 - 8 Tage oder länger.

Fertilität. Die Zahl der Nachkommen war bei den Adulten auf P. vulgaris im allgemeinen geringer als bei denen auf anderen Nährpflanzen (Tab. 11).

Gewicht. Die adulten Kontrolltiere wogen 0,46, die behandelten 0,31 mg. Das Gewicht von Letzteren wurde demnach um 33 % vermindert (Abb. 9).

Größe. Unbehandelte Virgines waren 1,89 mm lang und 0,90 mm breit, behandelte dagegen 1,70 mm und 0,83 mm.

Tabelle 11: Wirkung von Terramycin (+ Emulgator NP₁₀) auf A. fabae an verschiedenen Nährpflanzen

Nährpflanzen	Behandlung	Zahl der Larven in 10 Tagen		Reduktion		Gewicht		Reduktion		Länge		Breite	
		ϕ	%	ϕ	%	mg	ϕ	ϕ	%	mm	ϕ	mm	ϕ
<u>Beta vulgaris</u>	Kontrolle	43,22	-	0,65	-			1,92		1,01			
	T + NP ₁₀	19,93	53,99	0,45	30,77			1,71		0,87			
<u>Phaseolus vulgaris</u>	Kontrolle	38,57	-	0,46	-			1,89		0,90			
	T + NP ₁₀	14,09	63,46	0,31	32,60			1,70		0,83			
<u>Vicia faba</u>	Kontrolle	71,45	-	0,80	-			1,89		1,00			
	T + NP ₁₀	15,22	78,69	0,45	43,75			1,55		0,66			
T = Terramycin NP₁₀ = Emulgator NP₁₀													

γ) Vicia faba, Ackerbohne

Larvalentwicklung. Unbehandelte Aphiden benötigten 5 Tage für ihre Entwicklung, behandelte dagegen meist 1 - 2 Tage, in einigen Fällen sogar 4 - 6 Tage mehr.

Fertilität. Die Zahl der Nachkommen wurde im Vergleich zur Kontrolle um 79 % vermindert.

Gewicht. Das Gewicht der behandelten Blattläuse wurde im Vergleich zu den Kontrolltieren um 44 % reduziert (Abb. 9, Tab. 1).

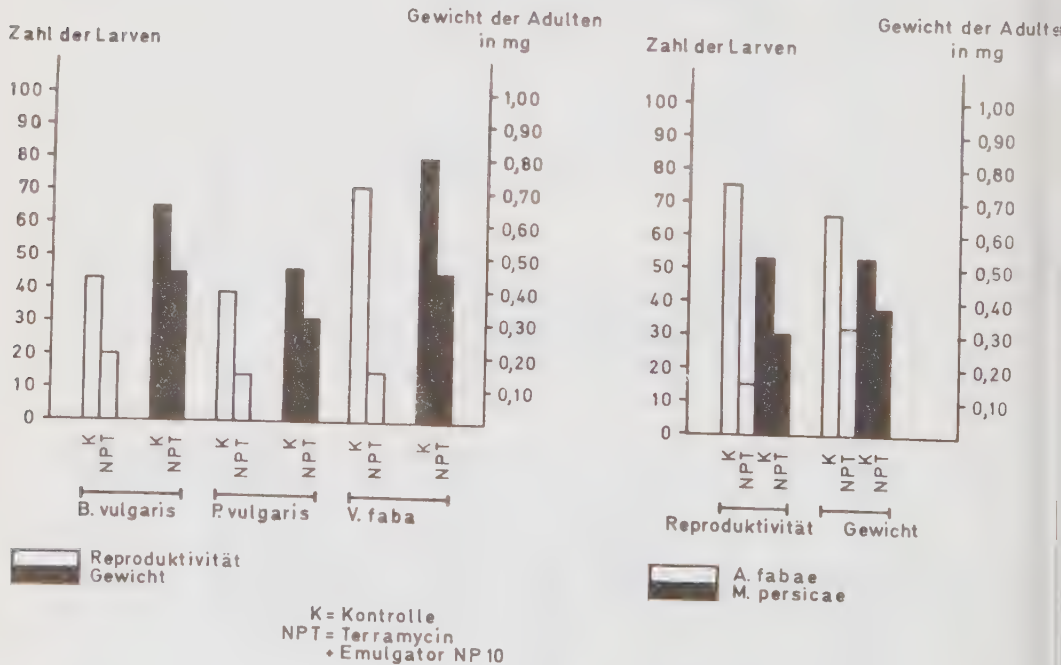


Abb. 9: Wirkung von Terramycin + Emulgator NP¹⁰ auf Reproduktivität und Gewicht von A. fabae an verschiedenen Nährpflanzen.

Abb. 10: Einfluß von Terramycin + Emulgator NP¹⁰ auf Reproduktivität und Gewicht von A. fabae (an V. faba) und M. persicae (an C. annuum).

h) Wirkung von Terramycin (+ Emulgator NP₁₀) auf Myzus persicae

Methodik:

Zu einem Versuch wurde auch Myzus persicae (Pfirsichblattlaus) auf Capsicum annuum-Pflanzen herangezogen. Auf jede Pflanze wurden 10 aptere Virgines zur Abgabe von Larven gebracht. Am nächsten Tag wurden die Muttertiere wieder heruntergenommen und anschließend die auf den Pflanzen verbliebenen Erstlarven mit 0,2 %igem Terramycin + 0,1 %igem Emulgator NP₁₀ gespritzt. Anschließend wurde die Wirkung des Antibioticums auf die Larvalentwicklung, die Fertilität, die Größe und das Gewicht der Aphiden festgestellt.

Ergebnisse:

Larvalentwicklung. Unbehandelte Pfirsichblattläuse benötigten 6 Tage, um das adulte Stadium zu erreichen. Durch Anwendung von Terramycin + NP₁₀ wurde die Entwicklungsdauer bei einem Teil der Tiere um 1 Tag verlängert.

Fertilität. Die Zahl der Nachkommen behandelter Aphiden wurde um 44 % herabgesetzt (Tab.12).

Tabelle 12: Wirkung von Terramycin (+ Emulgator NP₁₀) auf M. persicae

Behandlung	Zahl der Larven in Reduktion		Gewicht Reduktion		Länge	Breite
	10 Tagen	%	mg	%	mm	mm
	Ø		Ø		Ø	Ø
Kontrolle	53,10	-	0,53	-	1,82	0,89
Terramycin + Emulgator NP ₁₀	29,72	44,03	0,48	9,43	1,64	0,77

Gewicht. Durch die Anwendung von Terramycin wurde das Gewicht von M. persicae im Vergleich zu unbehandelten Kontrolltieren um 9 % verringert.

Größe. Die Größe der apteren Virgines von M. versicae wurde durch Terramycin deutlich herabgesetzt, wie aus Tab. 12 entnommen werden kann.

i) Saatgutbehandlung mit Terramycin (+ Emulgator NP₁₀)

Methodik:

Ackerbohnsensaatgut wurde für 72, 48, 24, 12 und 6 Stunden in eine Flüssigkeit gelegt, die 0,2% Terramycin und 0,1 % Emulgator NP₁₀ enthielt. Danach wurden die Samen herausgenommen und in kleine Töpfe ausgesät.

Ergebnisse:

Es stellte sich heraus, daß Terramycin auf das Saatgut eine toxische Wirkung ausübte, da die für 72 und 48 Stunden in der Terramycin + NP₁₀-Lösung gehaltenen Samen überhaupt nicht keimten. Andere Samen, auf die Terramycin für kürzere Zeiträume eingewirkt hatte, keimten nur zum geringen Teil. Die Sämlinge waren von blaßgelber oder weißer Farbe und starben nach 2 - 3 Tagen ab. Weiterhin wurde festgestellt, daß von Terramycin beeinflusste Keimpflanzen nur eine kleine Pfahlwurzel und keine Seitenwurzeln entwickelten.

3. Wirkung von Kombinationen von Terramycin mit systemischen Insektiziden (+ Emulgator NP₁₀)

a) Eine Spritzung

Methodik:

In Vorversuchen konnte ermittelt werden, daß eine 0,0005 %ige Konzentration der systemischen Insektizide Metasystox R und Rogor 40 für A. fabae subletal ist. Diese Konzentration der beiden Präparate wurde in mehreren Versuchen in Kombination mit Terramycin und Emulgator NP₁₀ angewendet. Außerdem wurden die genannten Insektizide auch in einer Konzentration von 0,001 % eingesetzt.

Die sonstige Methodik entsprach der, die in den vorangegangenen Versuchen angewandt wurde.

Ergebnisse:

Sterblichkeit und Lebensdauer der Larven. 0,0005 %iges Metasystox R und Rogor 40 erzielten allein praktisch keine Mortalität der Larven, bei Kombination dieser Chemikalien mit Terramycin lag die Sterblichkeit jedoch bei 7 - 10 %. Die Anwendung der Insektizide allein in einer Konzentration von 0,001 % hatte nur eine Abtötung weniger Larven zur Folge, während durch Kombination mit Terramycin eine höhere Sterblichkeit erzielt werden konnte (Tab. 13). Metasystox R allein oder in Kombination mit Terramycin erzielte in der Regel einen größeren Effekt als Rogor 40 allein oder in Verbindung mit dem Antibioticum. Das Versuchsergebnis zeigte außerdem, daß einige Larven, die mit einer Kombination von Terramycin + Emulgator NP₁₀ und einem systemischen Insektizid behandelt worden waren, nach 24 Stunden starben, andere erst nach 2 - 3 Tagen.

Larvalentwicklung. Die Metamorphose war bei unbehandelten Aphiden nach 5 Tagen abgeschlossen. Nach Anwendung von Terramycin-Insektizid-Kombinationen brauchten die Larven dagegen 6 - 8 Tage, in einigen Fällen noch länger (Tab. 14). Durch Kombination von Terramycin mit dem Emulgator NP₁₀ wurde die Entwicklung am längsten verzögert.

Lebensdauer der Adulten. Die mit systemischen Insektiziden oder Kombinationen dieser Präparate mit Terramycin und Emulgator NP₁₀ behandelten Aphiden lebten nur relativ kurze Zeit. Einige Blattläuse starben schon nach 2 - 3, andere nach 4 - 5 Tagen. Mehrere aptere Virgines produzierten in 3 Tagen 4 - 6 Larven und starben dann ab. Die wenigen länger lebenden Adulten produzierten mehr Larven im Vergleich zu denjenigen, die nur mit Terramycin + Emulgator NP₁₀ behandelt worden waren. Nach Spritzung mit der zuletzt genannten Kombination wurde keine nennenswerte Sterblichkeit der Adulten beobachtet.

Rogor 40, allein in einer Konzentration von 0,0005 % angewandt, hatte eine geringe Wirkung auf die Adulten, bei Kombination mit Terramycin + Emulgator NP₁₀ rief es jedoch eine größere Mortalität hervor, da fast 25 % der Adulten bereits nach 3

Tabelle 13: Mortalität behandelter Larven von A. fabae nach Anwendung verschiedener Kombinationen von Terramycin mit systemischen Insektiziden in sehr niedriger Dosierung

Behandlung	Larven tot nach					Gesamtzahl der toten Larven		Gesamtzahl der lebenden Larven		Mortalität %
	1 Tag	2 Tg.	3 Tg.	4 Tg.	5 Tg.	Larven	Larven	Larven	Larven	
Kontrolle	0	0	0	0	0	0	56	56	56	0,0
T + NP	2	0	0	0	0	2	51	53	53	3,77
M 0,0005 %	1	1	0	0	0	2	40	42	42	4,76
M 0,001 %	11	10	0	0	0	21	35	56	56	37,50
M 0,0005 % + T + NP	4	8	1	0	0	13	36	49	49	26,53
M 0,001 % + T + NP	23	15	2	2	0	42	31	73	73	57,53
R 0,0005 %	1	0	0	0	4	5	38	43	43	11,62
R 0,001 %	6	1	0	0	4	11	39	50	50	22,00
R 0,0005 % + T + NP	3	4	0	0	3	10	32	42	42	23,80
R 0,001 % + T + NP	6	4	1	0	5	16	28	44	44	36,36

T = Terramycin
 NP = Emulgator NP¹⁰
 M = Metasystox R
 R = Rogor 40

Tabelle 14: Dauer der Larvalentwicklung von A. fabae nach Anwendung von Kombinationen von Terramycin mit systemischen Insektiziden in sehr niedriger Dosierung

Behandlung	Zahl der Larven	Dauer der Larvalentwicklung									
		5 Tage	6 Tage	7 Tage	8 Tage	9 Tage	10	11	12	13	14
Kontrolle	55	55	1	-	-	-	-	-	-	-	-
M 0,0005 %	40	38	2	-	-	-	-	-	-	-	-
M 0,0005 % + T + NP	36	16	16	-	4	-	-	-	-	-	-
M 0,001 %	35	24	11	-	-	-	-	-	-	-	-
M 0,001 % + T + NP	31	3	3	8	13	4	-	-	-	-	-
R 0,0005 %	38	25	13	-	-	-	-	-	-	-	-
R 0,0005 % + T + NP	32	11	17	4	-	-	-	-	-	-	-
R 0,001 %	39	34	5	-	-	-	-	-	-	-	-
R 0,001 % + T + NP	28	2	15	11	-	-	-	-	-	-	-
T + NP	51	0	20	12	15	2	-	-	-	-	-

M = Metasystox R
 R = Rogor 40
 NP = Emulgator NP¹⁰
 T = Terramycin

Abb. 11: Mortalität der Larven von A. fabae nach Anwendung verschiedener, sehr niedrig konzentrierter systemischer Insektizide allein oder in Kombination mit Terramycin + Emulgator NP₁₀.

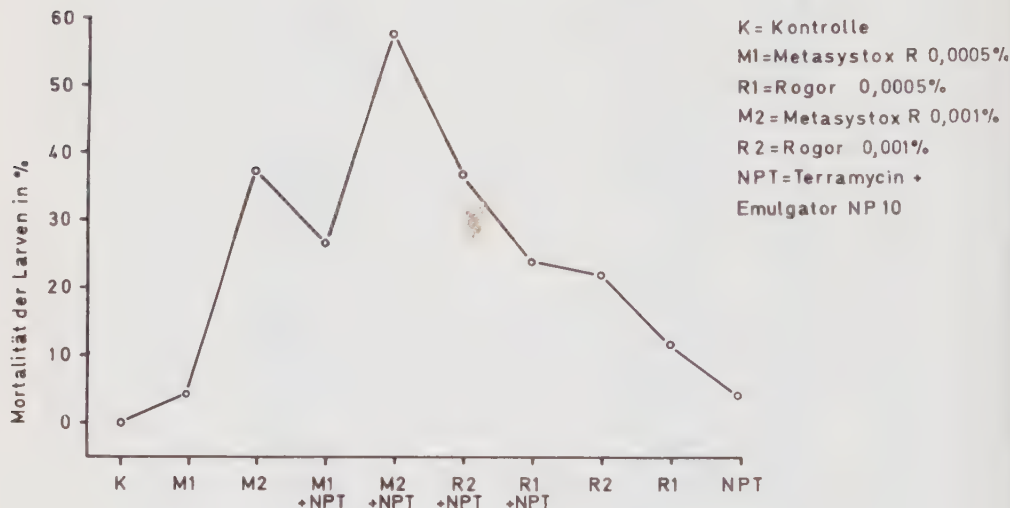
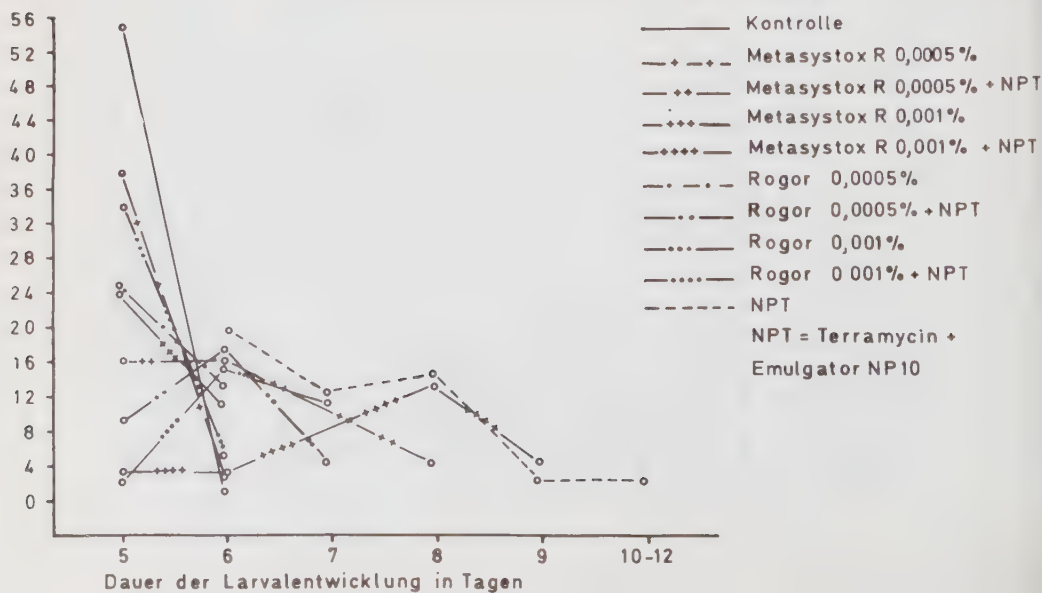


Abb. 12: Dauer der Larvalentwicklung und Zahl der Larven von A. fabae nach Anwendung von systemischen Insektiziden und Insektizid-Terramycin-Emulgator NP₁₀-Kombinationen.



Tagen starben. Einige von diesen Aphiden produzierten in diesem Zeitraum 2 - 5 Larven, während andere völlig steril blieben.

Rogor 40 bei Anwendung in einer Konzentration von 0,001 % zeigte wiederum keine große Wirkung auf die Adulten. Dieses Insektizid bewirkte bei Kombination mit Terramycin und Emulgator NP₁₀ jedoch, daß 37 - 38 % der Adulten nach 3 - 4 Tagen starben.

Metasystox R, in 0,0005 %iger Konzentration angewandt, beeinflusste die Lebensdauer der apteren Virgines nicht wesentlich, bewirkte aber bei Kombination mit Terramycin + Emulgator NP₁₀, daß 30 % der Adulten schon nach 2 - 4 Tagen starben. Bei Anwendung von Metasystox R allein in einer Konzentration von 0,001 % starben 15 - 16 % der apteren Virgines nach 3 - 4 Tagen ab, während die Kombination des Insektizids mit Terramycin + Emulgator NP₁₀ eine 34 - 40 %ige Abtötung der Adulten nach 3 - 5 Tagen erzielte.

Produktion von toten Larven. Es wurde beobachtet, daß die behandelten Adulten neben lebenden auch tote Larven produzierten. Speziell diejenigen Blattläuse, die nur kurze Zeit lebten, gaben nur wenige Larven ab, wobei besonders die in den letzten Lebenstagen erzeugten fast alle tot waren.

Fertilität. Kombinationen von systemischen Insektiziden mit Terramycin und Emulgator NP₁₀ ergaben eine deutliche Herabsetzung der Produktion von Larven. Die Anwendung von Metasystox R und Rogor 40 allein hatte eine geringe Wirkung, während bei Kombination dieser Insektizide mit Terramycin eine wesentliche Verminderung der Fertilität von A. fabae erzielt wurde. Die Wirkung von Terramycin + Emulgator NP₁₀ war genau so gut wie die einer Kombination dieser beiden Chemikalien mit 0,001 %igem Metasystox R. Kombinationen mit Metasystox R erwiesen sich als wirksamer als solche mit Rogor 40 (Tab. 15).

Tabelle 15: Wirkung von Kombinationen von Terramycin mit systemischen Insektiziden in
sehr niedriger Dosierung

Behandlung	Zahl der Larven in 10 Tagen Ø	Reduktion %	Gewicht mg Ø	Reduktion %	Länge mm Ø	Breite mm Ø
Kontrolle	52,80	-	0,65	-	1,90	0,85
M 0,0005 %	46,71	11,53	0,61	6,15	1,90	0,85
M 0,001 %	34,30	35,03	0,59	9,23	1,75	0,90
M 0,0005 % + T + NP	18,01	65,89	0,46	29,23	1,80	0,85
M 0,001 % + T + NP	8,20	84,46	0,35	46,15	1,50	0,75
T + NP	9,25	82,48	0,36	44,61	1,50	0,75
R 0,0005 %	35,80	32,19	0,59	9,23	1,80	0,90
R 0,001 %	29,72	43,71	0,55	15,38	1,85	0,85
R 0,0005 % + T + NP	12,25	76,79	0,44	32,30	1,85	0,85
R 0,001 % + T + NP	10,75	79,64	0,45	30,76	1,50	0,80

M = Metasystox R
R = Rogor 40
T = Terramycin
NP = Emulgator NP₁₀

Größe. Systemische Insektizide hatten allein keinen Einfluß, während die Anwendung von Kombinationen dieser Präparate mit Terramycin und Emulgator NP₁₀ bewirkte, daß sich kleinere Imagines entwickelten. Die Größe und Fertilität der Aphiden wurden durch Applikation von Terramycin in Verbindung mit 0,001 %igem Metasystox R und Emulgator NP₁₀ am stärksten reduziert. Die behandelten Insekten konnten sich nicht normal entwickeln und waren unfähig, eine größere Zahl von Larven zu produzieren.

Gewicht. Wie aus Tab. 15 hervorgeht, wurde das Gewicht der apteren Virgines durch Anwendung von Terramycin oder Kombinationen des Antibioticums mit systemischen Insektiziden wesentlich reduziert. Das durchschnittliche Gewicht unbehandelter Aphiden betrug 0,65, das behandelte (0,001 %iges Metasystox R + Terramycin + Emulgator NP₁₀) 0,35 mg.

b) Mehrere Spritzungen

Methodik:

Aus dem vorhergehenden Versuch ging klar hervor, daß eine Kombination von Terramycin mit Metasystox R gut wirksam ist, da nach ihrer Anwendung einige Larven starben und später die Adulten nur kurzlebig waren. Die Kombination von Terramycin + Metasystox R + Emulgator NP₁₀ reduzierte dabei die Fertilität etwas stärker als die von Terramycin + Emulgator NP₁₀. Aus diesem Grunde wurde in einem weiteren Versuch 0,001 %iges Metasystox R mit 0,2 %igem Terramycin und 0,1 %igem Emulgator NP₁₀ zur Klärung der Wirkung von mehreren Spritzungen miteinander kombiniert.

Junge Bohnenkeimlinge wurden in größere Töpfe gepflanzt, gut gedüngt und gegossen. Auf jede Pflanze wurden 3 aptere Virgines gesetzt. Nach 5 Tagen wurden die Pflanzen, auf denen sich eine aus verschiedenen Stadien bestehende Blattlauskolonie entwickelt hatte, mit Terramycin + NP₁₀ bzw. Terramycin + Metasystox R + NP₁₀ gespritzt. Nach einem Zeitraum von je 5 Tagen wurde die 2. und 3. Spritzung durchgeführt. 15 Tage nach der ersten Behandlung erfolgte die Bonitierung.

Ergebnisse:

Sterblichkeit. Nach der 1. Spritzung von Terramycin + Emulgator NP₁₀ wurde keine Mortalität festgestellt. Erst nach der 2. und 3. Spritzung konnten einige tote Larven und Imagines unter den Pflanzen gefunden werden. Die Sterblichkeit der Adulten und Larven erreichte durch diese beiden Behandlungen etwa 15 - 20 %. Durch die 1. Spritzung kam die stärkste Reduzierung der Fertilität zustande. Nach der 1. Spritzung mit Terramycin + Emulgator NP₁₀ + Metasystox R starben viele Larven sowie einige Adulte. Die überlebenden Imagines produzierten lebende und tote Larven. Nach der 2. Spritzung war wiederum eine stärkere Mortalität unter den Larven und Adulten festzustellen, jedoch erwies sich diese als nicht so groß wie nach der 1. Behandlung (Tab. 16).

Tabelle 16: Wirkung von mehreren Spritzungen mit Terramycin
- kombiniert mit Emulgator NP₁₀ und Metasystox R -
auf A. fabae

Behandlung	Zahl der Blattläuse in 20 Tg.	Reduktion %	Gewicht mg Ø	Reduktion %	Länge mm Ø	Breite mm Ø
Kontrolle	684	-	0,78	-	2,10	1,10
<u>T + NP</u>						
1 Spritzung	194,66	71,50	0,44	43,58	1,60	0,85
2 Spritzungen	79,33	88,40	0,40	48,71	1,60	0,80
3 Spritzungen	60,00	91,20	0,36	53,84	1,55	0,80
<u>T + M + NP</u>						
1 Spritzung	62,00	90,93	0,45	42,30	1,65	0,85
2 Spritzungen	44,00	93,56	0,40	48,71	1,60	0,80
3 Spritzungen	29,33	95,60	0,31	60,25	1,50	0,75

T =
Terramycin
M =
Metasystox R
NP =
Emulgator NP₁₀

Fertilität. Die Zahl der Nachkommen der behandelten Bohnenblattläuse verhielt sich umgekehrt proportional zur Zahl der Behandlungen. Die Imagines wurden von Spritzung zu Spritzung kleiner und waren unfähig, eine größere Zahl von Larven zu produzieren.

Durch eine, zwei und drei Spritzungen mit Terramycin + NP₁₀ wurden die Blattlauskolonien um 71 %, 88 % und 91 %, durch solche von Metasystox R + Terramycin + NP₁₀ um 91 %, 94 % und 96.% reduziert.

Gewicht und Größe. Nach mehrfacher Anwendung von Terramycin in Kombination mit Metasystox R blieben die Adulten klein und erreichten nur ein geringes Gewicht (Tab. 16).

Phytotoxizität. Durch die wiederholte Applikation von Terramycin oder Kombinationen des Antibiotiums mit Metasystox R wurden keine phytotoxischen Erscheinungen hervorgerufen.

4. Wirkung von Terramycin (+ Emulgator NP₁₀) bei Kombination mit dem Synergisten Piperonylbutoxyd

Methodik:

In Vorversuchen stellte sich heraus, daß der Synergist Piperonylbutoxyd in Konzentrationen von 1 und 2 % Vergiftungserscheinungen an Vicia faba hervorrief, nicht aber in solchen von 0,5, 0,2 und 0,1 %. Eine Dosierung von 0,5 % verursachte unter den behandelten Aphiden eine Sterblichkeit von 40 - 50 %, wogegen sich 0,2- und 0,1 %ige Spritzflüssigkeiten für die Aphiden als ungiftig erwiesen.

Zur Vorbereitung eines Versuches wurden aptere Virgines für 24 Stunden zur Abgabe von Larven auf junge Ackerbohnenkeimlinge gesetzt. Nach Entfernung der Weibchen wurden die auf den Pflanzen verbliebenen Junglarven mit 0,2 %igem Piperonylbutoxyd oder Kombinationen dieses Synergisten mit 0,2 %igem Terramycin, 0,1 %igem Emulgator NP₁₀ und 0,0005 %igem Metasystox R gespritzt.



Abb. 13 A: Wachstumszustand von V. faba-Pflanzen mit A. fabae-Befall nach Behandlung mit terramycinhaltigen Kombinationen
K = Unbehandelte Pflanze
M+T+NP₁₀ = Pflanze nach 3 Behandlungen mit Terramycin + Metasystox R + Emulgator NP₁₀;
T+NP₁₀ = Pflanze nach 3 Spritzungen mit Terramycin + Emulgator NP₁₀



Abb. 13 B: Fertilität und Entwicklung von A. fabae 20 Tage nach der Behandlung mit Terramycin + Emulgator NP₁₀ (unten) und in unbehandelter Kontrollkolonie (oben).



Abb. 14: Oben: V. faba-Blätter mit unbehandelter Kolonie von A. fabae 10 Tage nach der Besiedlung.
Unten: Blätter mit Blattläusen 10 Tage nach Behandlung mit Terramycin + Metasystox R + Emulgator NP₁₀

Ergebnisse:

Sterblichkeit. Nach Anwendung von 0,2 %igem Piperonylbutoxyd in Kombination mit Terramycin, Emulgator NP₁₀ und Metasystox R wurde nach 24 Stunden eine 100 %ige Mortalität festgestellt. Die Anwendung von Piperonylbutoxyd allein sowie die einer Kombination von Terramycin mit Emulgator NP₁₀ hatte keine Sterblichkeit zur Folge. Wenn der Synergist in Verbindung mit Terramycin und Emulgator NP₁₀ appliziert worden war, so kam es zu einer 20 - 25 %igen Abtötung der Larven (Tab. 17).

Tabelle 17: Mortalität der Larven sowie Reduktion von Fertilität, Größe und Gewicht der apteren Virgines von A. fabae nach Anwendung von Terramycin und Metasystox R in Kombination mit Piperonylbutoxyd

Behandlung	Mortalität %	Reduktion in %			
		Zahl der Larven	Gewicht	Länge	Breite
Piperonylbutoxyd	0	1,45	13,98	0,97	3,63
Terramycin + Emulgator NP ₁₀	0	79,06	54,00	30,73	36,36
Terramycin + Piperonylbutoxyd + Emulgator NP ₁₀	20 - 25	83,58	54,00	31,70	35,45
Terramycin + Piperonylbutoxyd + Metasystox R + Emulgator NP ₁₀	100	-	-	-	-

Larvalentwicklung. Auf unbehandelten Pflanzen benötigten die Larven 5 Tage zu ihrer Entwicklung. Mit Piperonylbutoxyd behandelte Blattläuse entwickelten sich in der Regel in der gleichen Zeit zu Imagines. Lediglich bei 2 oder 3 Larven dauerte die Entwicklung 6 Tage. Der Synergist übte allein hinsichtlich der

Postembryonalentwicklung also keinen negativen Einfluß auf die Blattläuse aus. Durch Anwendung der Kombination Terramycin + Emulgator NP₁₀ wurde die Larvalentwicklung um 1 - 2 Tage verlängert, in einigen Fällen um 3 - 4 Tage. Nach Behandlung mit der Kombination Terramycin + Emulgator NP₁₀ + Piperonylbutoxyd verlief die Entwicklung der Larven ähnlich wie nach Anwendung von Terramycin + Emulgator NP₁₀, da bei den meisten Tieren die Entwicklungszeit um 2 Tage verlängert wurde. Einige Larven benötigten sogar 4 - 5 Tage mehr als die Aphiden der unbehandelten Kontrollgruppe.

Gewicht. Das Gewicht von unbehandelten Blattläusen betrug durchschnittlich 0,715 mg. Nach Behandlung mit Piperonylbutoxyd wogen die Tiere 0,615 mg, also ca. 14 % weniger als unbehandelte Aphiden. Nach Spritzung mit Terramycin + Emulgator NP₁₀ belief sich das Gewicht der apteren Virgines nur auf 0,325 mg. Ein Zusatz von Piperonylbutoxyd konnte die Wirkung dieser Kombination nicht mehr steigern (Tab. 18).

Tabelle 18: Wirkung von Kombinationen von Terramycin mit Piperonylbutoxyd auf A. fabae.

Behandlung	Zahl der Larven in Reduktion		Gewicht Reduktion		Länge	Breite
	10 Tagen	%	mg	%	mm	mm
	Ø		Ø		Ø	Ø
Kontrolle	67,79	-	0,715	-	2,05	1,10
Piperonylbutoxyd	66,81	1,45	0,615	13,98	2,03	1,06
Terramycin + Emulgator NP ₁₀	14,19	79,06	0,325	54,54	1,42	0,71
Terramycin + Emulgator NP ₁₀ + Piperonylbutoxyd	11,13	83,58	0,326	54,40	1,40	0,70

Größe. Nach Behandlung mit Terramycin allein oder in Verbindung mit Piperonylbutoxyd wurde, wie zu erwarten war, die Größe

Abb. 15: Größe der Adulten von A. fabae am 1. Tag des Imaginalstadiums nach Behandlung mit Piperonylbutoxyd sowie Kombinationen dieses Synergisten mit Terramycin und Emulgator NP₁₀.

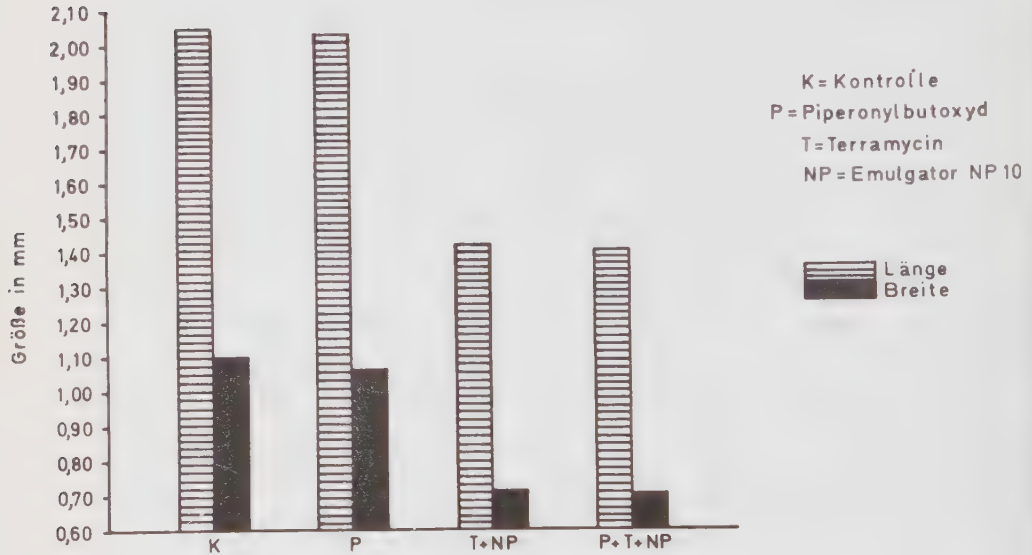
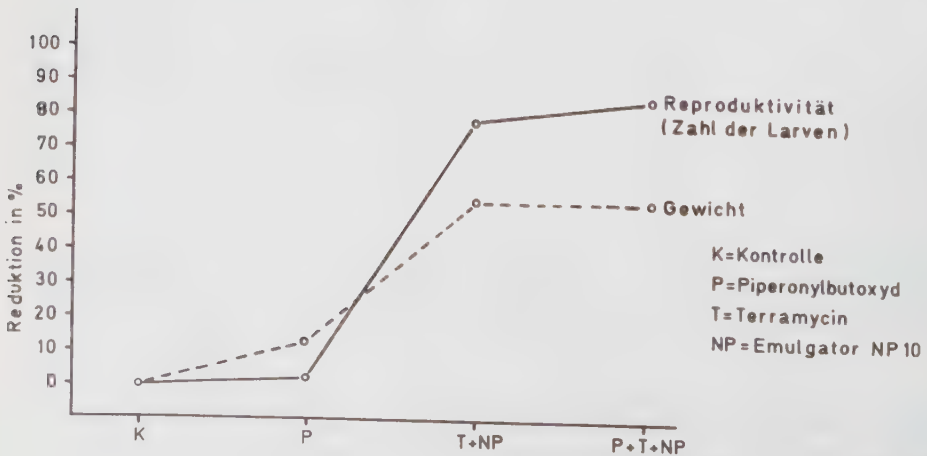


Abb. 16: Reduktion von Reproduktionskapazität und Gewicht von A. fabae nach Anwendung von Piperonylbutoxyd sowie Kombinationen des Synergisten mit Terramycin und Emulgator NP₁₀.



der Insekten stark reduziert. Nach Anwendung des Synergisten erwiesen sich die behandelten Aphiden als kleiner als die unbehandelten; der Unterschied war jedoch nicht sehr groß. Die Kombination Terramycin + Emulgator NP₁₀ + Piperonylbutoxyd erzielte jedoch eine stärkere Herabsetzung der Größe: Die unbehandelten Insekten waren 2,05 mm lang und 1,10 mm breit, die behandelten 1,40 und 0,70 mm.

Fertilität. Nach Anwendung von Piperonylbutoxyd allein zeigte sich keine Auswirkung auf die Zahl der Nachkommen von A. fabae; Terramycin in Verbindung mit Emulgator NP₁₀ verminderte die Fertilität dagegen um 79 %. Die Kombination von Terramycin mit Piperonylbutoxyd und Emulgator NP₁₀ zeigte aber einen noch etwas größeren Effekt. Die mit dieser Kombination behandelten Aphiden brachten von Anfang an weniger Larven hervor als diejenigen, die nur mit Terramycin + Emulgator NP₁₀ behandelt worden waren. In einigen Fällen waren die mit Terramycin + Piperonylbutoxyd + NP₁₀ gespritzten Insekten nach 5 - 6 Tagen sogar ganz unfähig, weitere Larven zu erzeugen.

B. VERSUCHE IN LICHT-THERMOSTATEN

1. Versuche mit Kombinationen von Antibiotica, Sulphonamiden und Emulgator NP₁₀ bei verschiedenen konstanten Temperaturen

Mehrere Experimente wurden in Licht-Thermostaten bei konstanten Temperaturen von 15°, 25°, 30° und 35°C durchgeführt, um die Wirkung der Antibiotica in Abhängigkeit von der Temperatur untersuchen zu können. Die tägliche Belichtungsdauer betrug 16 Stunden.

Aptere Virgines von A. fabae wurden zunächst zur Abgabe von Larven für 24 Stunden auf junge Bohnenkeimlinge gesetzt. Später wurden die Adulten entfernt und die von ihnen erzeugten Junglarven sowie ihre Wirtspflanzen mit verschiedenen Verbindungen behandelt.

a) Versuche bei 15°C

Larvalentwicklung. Die Larven benötigten einen relativ langen Zeitabschnitt, um das Imaginalstadium zu erreichen. Die unbehandelten Aphiden waren meist nach 11 Tagen voll entwickelt; einige wenige benötigten bis zu 12 Tagen. Nach Anwendung des Emulgators NP₁₀ (allein) zeigte sich kein Unterschied im Vergleich zur Kontrolle, da die Larvalentwicklung der behandelten Blattläuse ebenfalls im Zeitraum von 11 - 12 Tagen ablief. Die Kombination Terramycin + Emulgator NP₁₀ verlängerte die Entwicklungsdauer auf 12 - 14 Tage. In den restlichen Behandlungen benötigten die Blattläuse jeweils 12 - 13 Tage zu ihrer Postembryonalentwicklung. Eine nennenswerte Mortalität wurde nicht beobachtet.

Fertilität. In vorangegangenen Versuchen wurde festgestellt, daß große Blattläuse eine größere Zahl von Larven erzeugten als kleine. Die Aphiden, die sich bei einer Temperatur von 15°C entwickelten, waren im allgemeinen relativ groß und schwer, erzeugten im Zeitraum von 10 Tagen jedoch weniger Larven als diejenigen, die sich bei 25°C entwickelt hatten (siehe Tab. 19 und 20). Die Fertilität der Insekten wurde durch Anwendung der Antibiotica bzw. Sulphonamide reduziert, jedoch war die Wirkung dieser Substanzen nicht so groß wie bei 25°C. So verminderte Terramycin, allein angewandt, die Fertilität um 43 %, in Verbindung mit dem Emulgator NP₁₀ um 52 %. Flavomycin + Emulgator NP₁₀ sowie Likuden + Emulgator NP₁₀ setzten die Zahl der Nachkommen nur um 32 % bzw. 39 % herab (Abb. 17).

Größe. Wie bereits festgestellt, werden die Aphiden bei 15°C im allgemeinen relativ groß. Eine Behandlung mit Antibiotica bzw. Sulphonamiden konnte die Größe nur geringfügig negativ beeinflussen (Tabelle 19).

Gewicht. Auch das Gewicht der bei 15°C gehaltenen Aphiden wurde durch Behandlung mit Antibiotica oder Sulphonamiden nur wenig reduziert. Die Kombination Terramycin + Emulgator NP₁₀ verminderte es im Vergleich zu Flavomycin und Likuden noch am meisten, nämlich um 20 % (Tab. 19).

Tabelle 19: Wirkung von Terramycin, Likuden und Flavomycin allein und bei Kombination mit Emulgator NP₁₀ bei 15°C

Behandlung	Zahl der Larven in 10 Tagen Ø	Reduktion %	Gewicht mg Ø	Reduktion %	Länge mm Ø	Breite mm Ø
Kontrolle	46,64	-	0,850	-	2,10	1,10
Flavomycin	33,45	28,27	0,790	7,05	2,20	1,10
Flavomycin + NP ₁₀	31,78	31,86	0,720	15,29	2,00	1,10
Likuden	35,34	24,23	0,775	8,82	2,10	1,10
Likuden + NP ₁₀	28,58	38,73	0,750	11,76	2,00	1,25
Terramycin	26,49	42,95	0,690	18,82	2,04	1,08
Terramycin + NP ₁₀	22,50	51,55	0,680	20,00	1,90	0,99

NP₁₀ =
Emulgator NP₁₀

b) Versuche bei 25°C

Larvalentwicklung. Normalerweise benötigen die Bohnenblattläuse bei 25°C 5 Tage, um das adulte Stadium zu erreichen. Die mit verschiedenen Antibiotica (und Sulphonamiden) behandelten Aphiden brauchten hingegen länger. Nach Anwendung von Flavomycin und Likuden dauerte die Larvalentwicklung 6 - 7 Tage, nach Spritzung von Kombinationen dieser Chemikalien mit dem Emulgator NP₁₀ 7 - 8 Tage oder mehr. Terramycin, allein angewandt, hatte annähernd die gleiche Wirkung wie die genannten Kombinationen. Terramycin + Emulgator NP₁₀ bewirkte eine Larvalentwicklungsdauer von mindestens 7 Tagen; die meisten Aphiden benötigten jedoch 8 - 10 Tage oder noch länger.

Abb. 17: Reduktion der Fertilität (Reproduktivität) von *A. fabae* nach Behandlung mit Antibiotica bei verschiedenen Temperaturen.

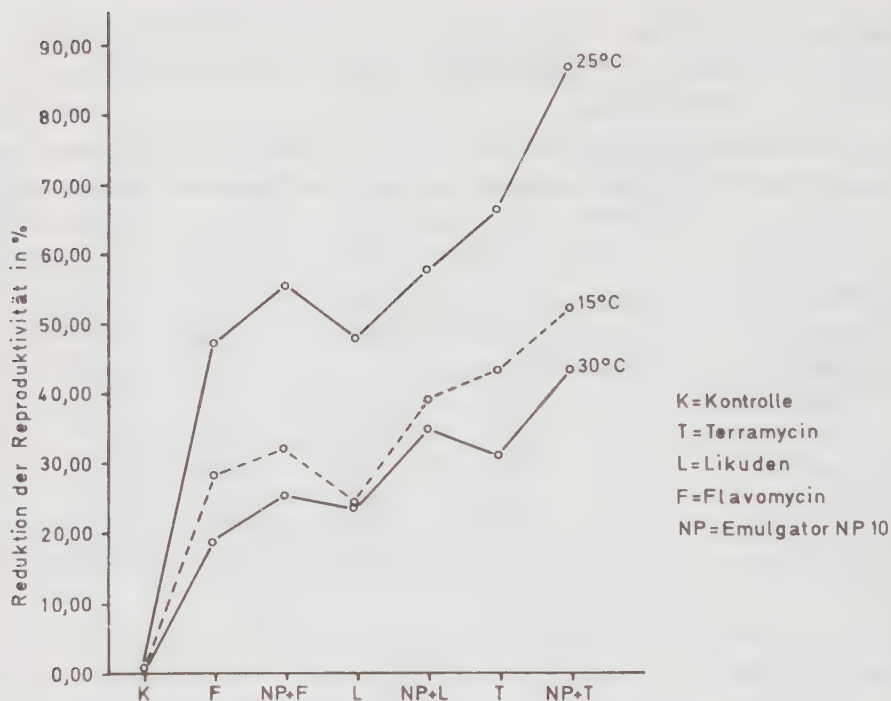
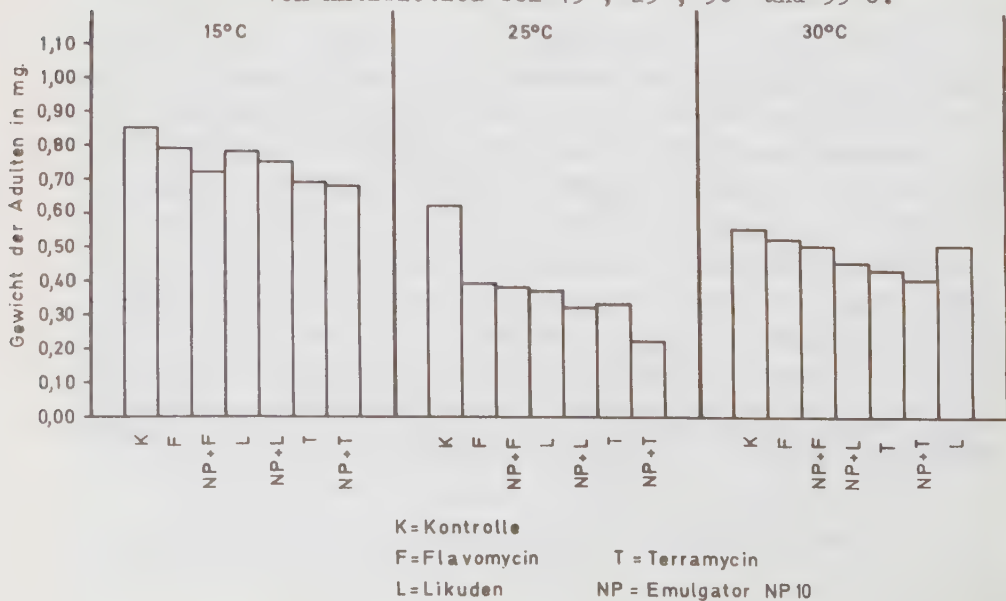


Abb. 18: Beeinflussung des Gewichtes von *A. fabae* durch Anwendung von Antibiotica bei 15°, 25°, 30° und 35°.



Fertilität. Alle angewandten Substanzen hatten einen deutlichen Einfluß auf die Fertilität der behandelten Insekten. Flavomycin und Likuden (allein) reduzierten sie um 47 %, die Kombinationen dieser Chemikalien mit Emulgator NP₁₀ um 55 % bzw. 57 %. Die Anwendung von Terramycin + Emulgator NP₁₀ ergab das beste Resultat, nämlich eine Fertilitätsreduktion um 81 %. Bei 25°C zeigte sich demnach eine viel stärkere Wirkung als bei 15°C (Abb. 20 und 17).

Größe. Die mit Antibiotica bzw. Sulphonamiden behandelten Insekten erreichten nicht die Größe der unbehandelten Blattläuse. Letztere wurden durchschnittlich 1,87 mm lang und 0,97 mm breit, während die mit einer Kombination von Terramycin + Emulgator NP₁₀ behandelten Blattläuse nur eine Länge von 1,57 mm und eine Breite von 0,67 mm erreichten (Abb. 19, Tab. 20).

Gewicht. Durch die Behandlung mit Antibiotica bzw. Sulphonamiden wurde das Gewicht der Aphiden stark reduziert. Im allgemeinen war die Reduktion von Gewicht und Fertilität direkt proportional, d. h. je leichter die Insekten waren, desto weniger Larven erzeugten sie. Flavomycin, Likuden und Terramycin reduzierten das Gewicht um 37, 41 und 46 %. Die Kombination Terramycin + Emulgator NP₁₀ verminderte das Gewicht um 65 % (Abb. 18, Tab. 20).

c) Versuche bei 30°C

Larvalentwicklung. Unbehandelte Aphiden benötigten 5 Tage, um ihre Metamorphose zu beenden; nur wenige Individuen brauchten hierzu 6 Tage. Bei behandelten Blattläusen wurde die Entwicklung um 1 - 2 Tage verzögert.

Bedingt durch die höhere Temperatur, starben einige Larven, bevor sie das adulte Stadium erreicht hatten. Die Mortalität erwies sich ansonsten bei den unbehandelten und den behandelten Aphiden als ungefähr gleich, d. h. nach 3 - 5 Tagen starben 10 - 15 % der Larven.

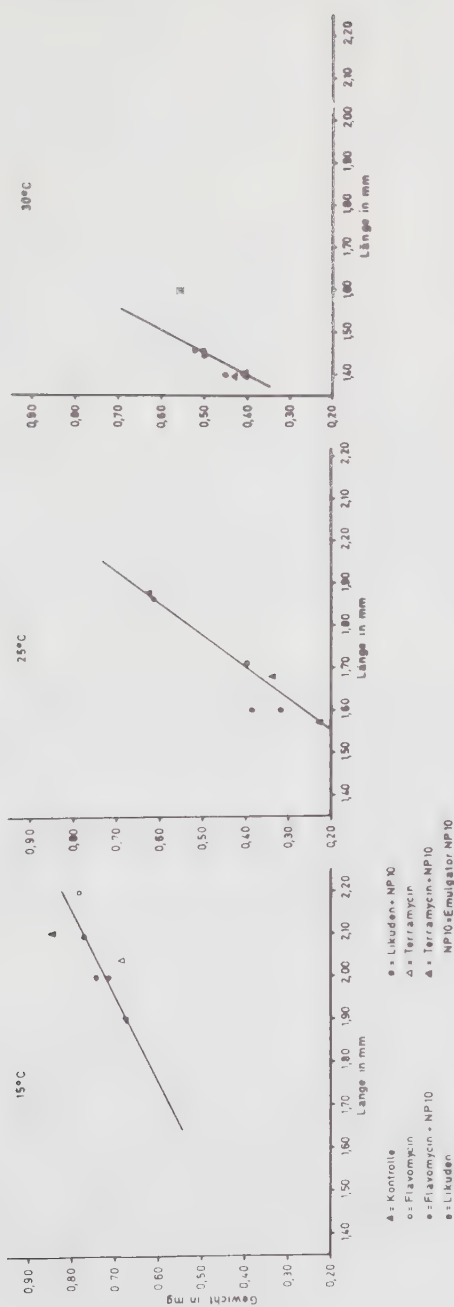


Abb. 19: Korrelation zwischen Gewicht und Größe von *A. fabae* nach Behandlung mit Antibiotica bei verschiedenen konstanten Temperaturen.

Fertilität. Bei 30°C war die Zahl der von den behandelten und unbehandelten Imagines erzeugten Larven ganz allgemein geringer als bei 25°C oder 15°C. Einige Adulte starben schon nach 2 - 4 Tagen. Unbehandelte Aphiden produzierten im Durchschnitt etwa 15 Larven, mit Terramycin + NP₁₀ behandelte 8. Bei den anderen Behandlungen betrug die Zahl der Nachkommen 10 - 12 (siehe Tabelle 21).

Die ersten Larven, die von behandelten Aphiden abgegeben wurden, starben im Durchschnitt schon nach 2 - 3 Tagen, während die später erzeugten nur 1 - 2 Tage lebten oder tot geboren wurden. Auch die von den unbehandelten Blattläusen produzierten Larven lebten höchstens 4 Tage.

Größe. Bei 30°C konnten sich die Insekten nur relativ schlecht entwickeln und blieben sehr klein. Sowohl die behandelten als auch die unbehandelten Aphiden waren kleiner als die, die sich bei 15°C oder 25°C entwickelten. Die unbehandelten Läuse waren 1,60 mm lang und 0,85 mm breit, die behandelten 1,40 - 1,46 mm lang und 0,60 - 0,70 mm breit (siehe Tabelle 21 und Abb. 20).

Gewicht. Auch das Gewicht der Aphiden war bei 30°C geringer als bei 15°C oder 25°C. Es belief sich bei den unbehandelten Blattläusen auf 0,55 mg, bei den behandelten auf 0,40 - 0,52 mg.

Mortalität der Adulten. Sowohl bei den behandelten als auch bei den unbehandelten Aphiden starben einige alate Virgines nach 6 - 7 Tagen. Diese Mortalität, die auf die höhere Temperatur zurückzuführen war, lag zwischen 10 und 20 %.

d) Versuch bei 35°C

Es stellte sich hierbei heraus, daß eine konstante Temperatur von 35°C sowohl für die Aphiden als auch für die Nährpflanzen zu hoch ist, um eine normale Entwicklung zu ermöglichen. Erstlarven, die zu einem Versuch benutzt werden sollten, ertrugen diese Temperatur höchstens 4 - 6 Tage, dann gingen sie ein. Auch die Nährpflanzen der Versuchstiere starben nach 7 - 8 Tagen ab.

Abb. 20: Größe der apteren Virgines von A. fabae nach Antibio-
Anwendung gegen Junglarven bei verschiedenen Tempera-
turen.

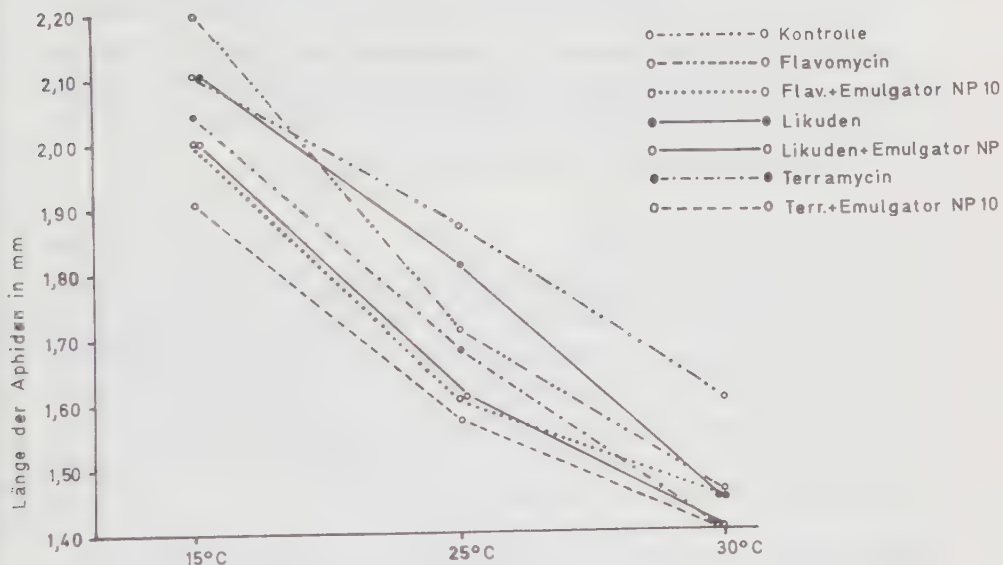
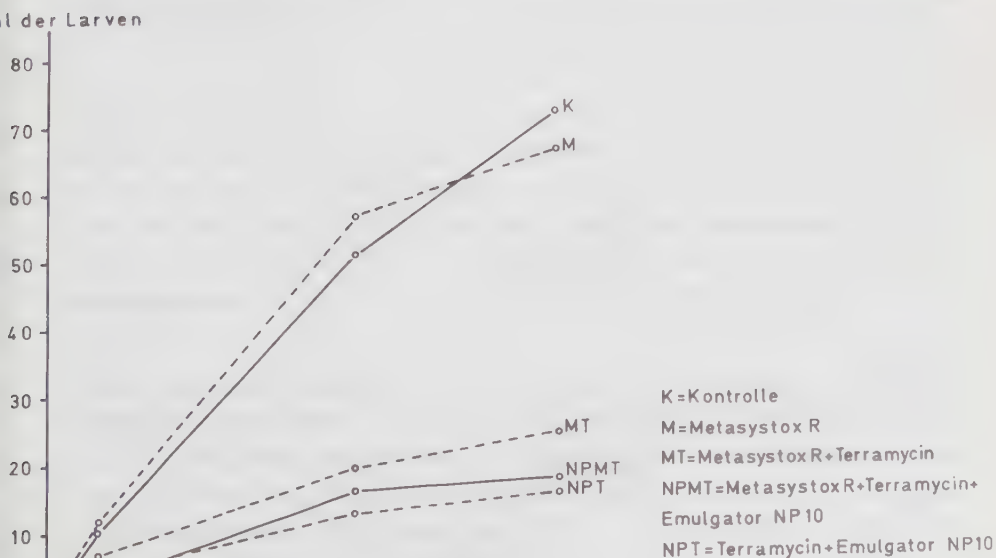


Abb. 21: Fertilität von A. fabae nach Anwendung verschiedener
Kombinationen von Metasystox R, Terramycin und Emul-
gator NP₁₀ bei 25°C.



2. Versuche mit Kombinationen von Terramycin, Emulgator NP₁₀ und Metasystox R bei verschiedenen konstanten Temperaturen

In einigen Versuchen wurde 0,2 %iges Terramycin und 0,1 %iger Emulgator NP₁₀ in Kombination mit Metasystox R in 0,0005 %iger Konzentration angewandt. Die Experimente wurden bei 15°, 25° und 30°C in Lichtthermostaten durchgeführt.

a) Versuche bei 15°C

Larvalentwicklung. Unbehandelte Larven entwickelten sich in 11 - 12 Tagen zu Adulten. Aphiden, die nur mit Metasystox R behandelt worden waren, verhielten sich entsprechend. Terramycin in Kombination mit Metasystox R sowie mit (oder ohne) Emulgator NP₁₀ bewirkte eine Verlängerung der Entwicklung auf 12 - 13, Terramycin + NP₁₀ auf 13 - 14 Tage oder noch etwas länger. In keinem Fall wurde Mortalität beobachtet.

Fertilität. Die Aphiden produzierten trotz ihrer Größe in 10 Tagen nur relativ wenige Larven. Metasystox R - allein angewandt - bewirkte keine deutliche Herabsetzung der Fertilität. Ebenso konnte das Insektizid bei Kombination mit Terramycin keine Steigerung der Wirkung des Antibioticums herbeiführen; sie ging im Gegenteil sogar leicht zurück. Terramycin + Emulgator NP₁₀ reduzierte die Fertilität um 54 % (Tab. 22).

Größe. Sowohl die Kontrolltiere als auch die behandelten Aphiden waren relativ groß. Erstere waren 2,10 mm lang und 1,10 mm breit, bei Letzteren streute die Körperlänge in den verschiedenen Behandlungen zwischen 1,90 und 2,13 mm und die Breite von 0,99 bis 1,08 mm. Zwischen den Kontrolltieren und den nur mit Metasystox R behandelten zeigten sich keine nennenswerten Unterschiede.

Gewicht. Die Aphiden erreichten bei 15°C ein höheres Gewicht als bei anderen Temperaturen (25°, 30°C). Unbehandelte Blattläuse wogen durchschnittlich 0,915 mg. Tiere, die mit Terramycin in Kombination mit Metasystox R und NP₁₀ behandelt worden waren, wogen nahezu um 1/4 weniger. Metasystox R allein beeinflusste das Gewicht nur geringfügig (Tabelle 22).

Tabelle 22: Wirkung von Terramycin auf A. fabae, angewandt in Kombination mit Metasystox R und Emulgator NP₁₀ bei 15°C.

Behandlung	Zahl der Larven in Reduktion		Gewicht		Länge		Breite
	10 Tagen		mg		mm	mm	
	Ø	%	Ø	%	Ø	Ø	
Kontrolle	47,00	-	0,915	-	2,10	1,10	
Metasystox R	35,66	24,12	0,885	3,27	2,13	1,08	
Metasystox R + Terramycin	26,30	44,04	0,760	16,93	1,93	1,03	
Metasystox R + NP ₁₀ + Terramycin	23,00	51,06	0,665	24,32	1,93	1,04	
Terramycin + NP ₁₀	21,81	53,59	0,695	24,04	1,90	0,99	
NP ₁₀ = Emulgator NP ₁₀							

b) Versuche bei 25°C

Larvalentwicklung. Unbehandelte Kontrollinsekten erreichten das adulte Stadium schon nach 5 - 6 Tagen. Metasystox R allein bewirkte keine Entwicklungsverzögerung. Terramycin in Kombination mit Metasystox R verlängerte die Larvalentwicklungszeit um einen Tag, in einigen Fällen sogar um 2 - 3 Tage. Nach Anwendung von Terramycin + Emulgator NP₁₀ lief die Entwicklung in 7 - 8 Tagen ab, in einigen Fällen in 9 - 10 Tagen. Metasystox R + Terramycin + NP₁₀ ergab eine Entwicklungsdauer von wenigstens 8, meistens aber von 10 - 11 oder noch mehr Tagen; ausnahmsweise wurden nur 7 Tage benötigt.

Lebensdauer der Adulten. Während der Reproduktionsperiode konnte festgestellt werden, daß durch die Anwendung von Kombinationen, in denen Metasystox R enthalten war, ein deutlicher negativer Einfluß auf die Lebensdauer ausgeübt wurde. Ganz allgemein

Gewicht. Im Vergleich zur Kontrolle reduzierte Metasystox R das Gewicht nicht nennenswert. Die Kombination Terramycin + Metasystox R ergab eine Verminderung von 42 %, Terramycin + Emulgator NP₁₀ von 49 %. Wurde der zuletzt genannten Kombination noch Metasystox R zugesetzt, so belief sich die Reduktion des Gewichtes auf 56 %.

c) Versuche bei 30°C

Larvalentwicklung. Die Kontrolltiere benötigten 5 - 6 Tage für die Larvalentwicklung. Die Kombination Terramycin + Emulgator NP₁₀ und Terramycin + Emulgator NP₁₀ + Metasystox R verzögerte die Entwicklung um 1 - 2 Tage. Die anderen Behandlungen bewirkten im Vergleich zur Kontrolle keinen Unterschied.

Mortalität der Larven. Es wurde festgestellt, daß in fast allen Wiederholungen von Behandlungen, in denen Terramycin + Metasystox R oder Metasystox R allein verwendet worden waren, einige Larven nach 3 - 5 Tagen abstarben. Die Mortalität der Larven lag hierbei zwischen 10 und 20 %. Auch in der Kontrolle starben einige Larven, was im wesentlichen durch die Höhe der Temperatur (30°C) bedingt gewesen sein dürfte.

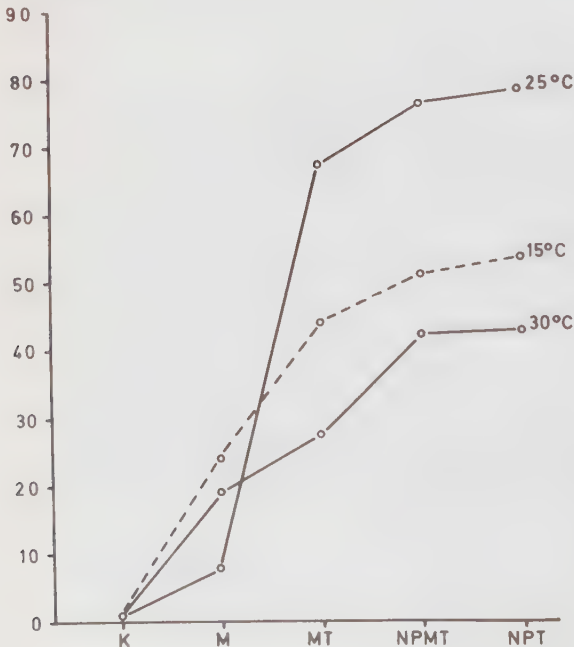
Fertilität. Bei 30°C wurden im Vergleich zu anderen Temperaturen (15°, 25°C) weniger Larven produziert. Adulte Aphiden im Alter von 1 - 4 Tagen produzierten Larven, die schon nach 2 - 4 Tagen abstarben; später geborene Larven lebten sogar nur 1 Tag. Gegen Ende ihres Lebens gaben die Blattläuse nur tote Larven ab. In vielen Fällen wurde nach Behandlung mit Terramycin + Emulgator NP₁₀ oder Terramycin + Metasystox R + Emulgator NP₁₀ die Produktion der Larven nach wenigen Tagen völlig eingestellt. Einige Adulte produzierten in ihrem ganzen Leben lediglich 4 - 5 Larven, aber auch in der Kontrollgruppe wurden nur verhältnismäßig wenige Larven erzeugt (Abb. 22).

Tabelle 24: Wirkung von Terramycin auf A. fabae, angewandt in Kombination mit Metasystox R und Emulgator NP₁₀ bei 30°C.

Behandlung	Zahl der Larven in Reduktion		Gewicht Reduktion		Länge Breite	
	10 Tagen	%	mg	%	mm	mm
	Ø		Ø		Ø	Ø
Kontrolle	12,36	-	0,56	-	1,55	0,80
Metasystox R	10,00	19,09	0,58	+ 3,57	1,52	0,65
Metasystox R + Terramycin	8,93	27,75	0,52	7,14	1,40	0,50
Metasystox R + NP ₁₀ + Terramycin	7,12	42,39	0,45	10,64	1,35	0,50
Terramycin + NP ₁₀	7,10	42,55	0,40	28,57	1,35	0,50
NP ₁₀ = Emulgator NP ₁₀						

Abb. 22: Reduktion der Reproduktivität von A. fabae durch Anwendung verschiedener Antibiotica-Insektizid-Emulgator-Kombinationen bei 15°, 25° und 30°C.

Reduktion in %



K=Kontrolle
M=Metasystox R
MT=Metasystox R+Terramycin
NPMT=Metasystox R+Terramycin+
Emulgator NP10
NPT=Terramycin+Emulgator NP10

Lebensdauer der Adulten. Metasystox R und die Kombinationen, in denen es als Komponente enthalten war, bewirkten, daß sich die Lebensdauer bei einigen Aphiden nur auf 3 - 4 Tage belief. Nahezu 30 % der Adulten lebten 4 - 5 Tage, wenn sie mit Metasystox R + Terramycin + Emulgator NP₁₀ behandelt wurden, 20 - 28 % 3 - 6 Tage, wenn Metasystox R allein oder in Kombination mit Terramycin angewandt worden war. Nur wenige Adulte starben nach Behandlung mit Terramycin + Emulgator NP₁₀ vorzeitig; die Mortalität in den Kontrollen war etwa entsprechend. Es scheint demnach, daß höhere Temperaturen die Wirkung von Metasystox R aktivieren, wodurch noch nach längerer Zeit eine höhere Sterblichkeit verursacht werden kann.

Gewicht und Größe. Gewicht und Körpergröße blieben bei 30°C allgemein sehr gering.

C. VERSUCHE MIT COCCINELLIDEN

1. Versuche mit Eiern

Frisch abgelegte Eier von Coccinella septempunctata wurden aus der Zucht entnommen und anschließend mit 0,2 %igem Terramycin + 0,1 %igem Emulgator NP₁₀ gespritzt, während die Kontrolltiergruppe nur mit Wasser behandelt wurde. Im Anschluß daran wurden die Dauer der Inkubations- sowie der Larval- und Puppenperiode ermittelt. Der Versuch wurde mehrmals wiederholt.

Ergebnisse:

Die mit Terramycin behandelten und die mit Wasser gespritzten Eier wiesen dieselbe Inkubationszeit auf. Dasselbe galt für die Entwicklungsdauer der Larven und der Puppen. Terramycin hatte keine toxische Wirkung, durch welche die Embryonal- und Postembryonalentwicklung hätte gestört werden können. Die Inkubationszeit der Eier dauerte 2 - 3 Tage. Die Larvalperiode war nach 9 - 10 Tagen abgeschlossen, während die Puppenruhe 3 Tage in Anspruch nahm. Die Entwicklung vom Ei bis zum adulten Stadium der Ma-

rienkäfer belief sich auf insgesamt 14 - 15 Tage.

2. Versuche mit Larven

Zunächst wurden Eier auf Filtrierpapier in eine Petrischale gelegt. Nachdem die Larven aus den Eiern geschlüpft waren, wurden sie mit Terramycin (0,2 %ig) + Emulgator NP₁₀ behandelt. Es wurde dann die Entwicklungsdauer der Larven und die Dauer der Puppenperiode ermittelt.

Ergebnisse:

Die Beobachtungen ergaben keinen Unterschied bezüglich der Entwicklungsdauer der Larven und Puppen nach Behandlung mit Terramycin + Emulgator NP₁₀ im Vergleich zur Anwendung von reinem Wasser. Die Larval- und Puppenentwicklung dauerte 11 - 12 bzw. 3 - 4 Tage.

3. Versuche mit Puppen

In einem Versuch wurden die Puppen in eine Flüssigkeit getaucht, die Terramycin (0,2 %) + Emulgator NP₁₀ enthielt. Bei der Kontrolle wurde reines Wasser verwendet. Anschließend wurden die Puppen in einer Petrischale auf Filtrierpapier aufbewahrt. Bei den behandelten Puppen ergab sich in der Entwicklungsdauer kein Unterschied im Vergleich zur Kontrolle.

D. FELDVERSUCH

1. Methoden

a) Allgemeine Methodik

Im Jahre 1968 wurde ein Feldversuch durchgeführt. Er war als "Lateinisches Quadrat" mit 5 Behandlungen bei 5 Wiederholungen angelegt. Die Parzellenabstände betrugen 75 cm, während die Blöcke 80 cm auseinander lagen. Zur Verminderung von Einflüssen von benachbarten Feldern wurde um die Versuchsfläche ein Streifen von 1 Meter Breite pflanzenfrei gehalten. Jede Parzelle hatte 3 Reihen von 2 Meter Länge. Zwischen den Reihen und den Pflanzen waren Abstände von 50 bzw. 25 cm.

Die Aussaat der Ackerbohnen erfolgte am 10. April 1968. Nach dem Keimen wurde der Bestand ausgedünnt, um einen Pflanzenabstand von 25 cm zu erreichen.

Die Versuchsfläche wurde vor der Aussaat leicht beregnet, was zur Folge hatte, daß alle Samen etwa nach einer Woche keimten. Das Unkraut wurde von Zeit zu Zeit ausgejätet; andere Kulturmaßnahmen erfolgten je nach Bedarf.

Marienkäfer (Coccinellidae) (Coccinella septempunctata L. und C. bipunctata L.) waren im Versuch stets zahlreich vorhanden und wurden laufend beobachtet. Aus bestimmten Parzellen wurden sie täglich entfernt.

Die Larven von verschiedenen Schwebfliegenarten (Syrphidae) waren in den Parzellen zwar ebenfalls stets vorhanden, erreichten aber nie eine hohe Populationsdichte. Auch sie wurden täglich in bestimmten Parzellen gesammelt und entfernt.

Nachdem sich eine nennenswerte Blattlauspopulation entwickelt hatte, wurde mit verschiedenen Kombinationen von Metasystox R, Terramycin und Emulgator NP₁₀ gespritzt. Insgesamt waren 5 Behandlungen zu unterscheiden:

Kontrolle. Sie erhielt keine Spritzungen.

Terramycin + Emulgator NP₁₀ mit natürlichen Feinden. Es wurde eine Behandlung mit 0,2 %igem Terramycin und 0,1 %igem NP₁₀ durchgeführt. Durch die Anwesenheit der natürlichen Feinde sollte eine Kombination beider Bekämpfungsfaktoren, der chemischen und biologischen Erreicht werden.

Terramycin + Emulgator NP₁₀ ohne natürliche Feinde. Es erfolgte eine Spritzung mit den gleichen Chemikalien in denselben Konzentrationen wie oben. Die natürlichen Feinde wurden täglich von den Pflanzen abgesammelt, wobei auch ihre Eier, Larven und Puppen sowiet wie möglich entfernt wurden.

Metasystox R + Terramycin mit natürlichen Feinden. Eine Kombination von 0,001 %igem Metasystox R + 0,2 %igem Terramycin + 0,1 %igem Emulgator NP₁₀ wurde auf die Pflanzen gespritzt. Die natürlichen Feinde wurden nicht entfernt.

Metasystox R + Terramycin + NP₁₀ ohne natürliche Feinde. Die Parzellen wurden mit einer Kombination von Terramycin + Metasystox R + Emulgator NP₁₀ gespritzt (s. o.). Eier, Larven, Puppen und Imagines der natürlichen Feinde wurden - soweit möglich - täglich entfernt.

Bei der Ermittlung des Ertrages der Ackerbohnenpflanzen wurden aus jeder Reihe 5 Pflanzen unterschiedlicher Größe - pro Parzelle also insgesamt 15 - ausgewählt. Anschließend wurden die Hülsen gepflückt, gezählt und gewogen.

b) Methoden zur Feststellung der Stärke der Blattlauspopulationen

Wegen der oft sehr großen Zahl der Blattläuse auf den Pflanzen wurden je nach Befallsstärke Befallsklassen festgelegt. Je stärker der Befall war, desto höher lag die Zahl der Befallsklasse. Im einzelnen wurde so verfahren, daß aus jeder Reihe 5 Pflanzen verschiedener Größe ausgewählt wurden und ihre Blattlauspopulationen klassifiziert wurden. Die Befallsstärke wurde für Stengel und Blätter getrennt festgestellt. Der durchschnittliche Befall an Stengeln und Blättern wurde addiert und ergab die Index-Zahl. Diese Befallsbewertung wurde insgesamt dreimal in wöchentlichen Abständen durchgeführt.

Tabelle 26: Bewertung des Blattlausbefalls nach Befalls-
klassen

Befallsklasse	Zahl der Blattläuse	
	am Stengel	auf den Blättern
0	0	0
1	1 - 50	1 - 50
2	50 - 200	50 - 200
3	200 - 400	200 - 400
4	400 - 600	400 - 600
5	600 - 1000	600 - 1000
6	mehr als 1000	mehr als 1000

c) Methoden zur Feststellung des durch Blattlausbefall be-
dingten Gesundheitszustandes der Nährpflanzen

Die zur Beurteilung des Blattlausbefalls verwendeten Pflanzen
wurden auch regelmäßig gemessen. Je nach Größe und Gesundheits-
zustand wurden sie dann wie folgt klassifiziert:

<u>Klasse</u>	<u>Größe und Zustand</u>
0	Optimales Wachstum
1	Gutes Wachstum, unten wenige gelbe Blätter
2	Durchschnittliches Wachstum, die unteren Blätter gelb
3	Mäßiges Wachstum, gelbe und absterbende Blätter, schlechter Blütenansatz
4	Kümmerliches Wachstum, fast nur gelbe absterbende Blätter und Blütenansätze
5	Pflanzen abgestorben

2. Ergebnisse

a) Kontrolle

Der Blattlausbefall an den unbehandelten Pflanzen war so groß, daß die Indexzahl in der Regel zwischen 5 und 6 lag. Nach 2 Wochen hatten viele Ackerbohnen ihr Wachstum bereits eingestellt, da ihre oberen Sproßteile und Blätter mit großen Blattlauskolonien bedeckt waren. Später starben viele von diesen stark befallenen Pflanzen ab.

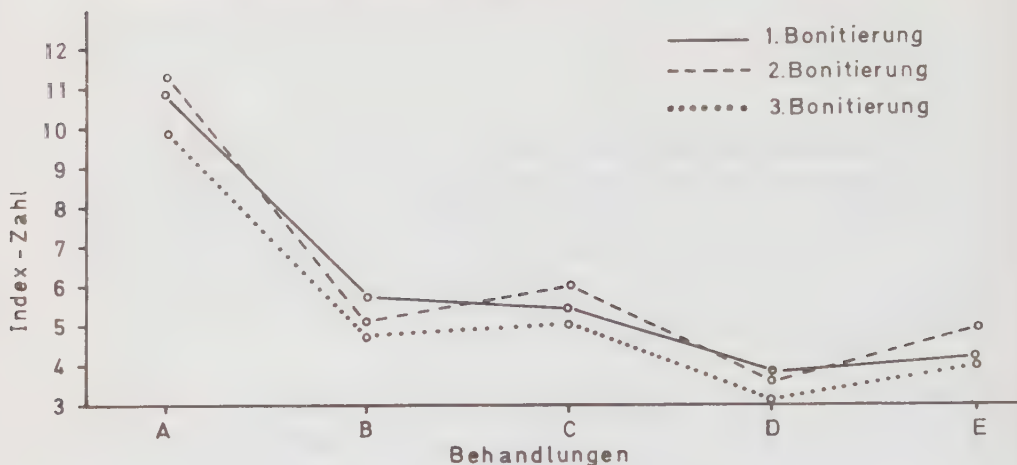
b) Terramycin + Emulgator NP₁₀ ohne natürliche Feinde

1 Woche nach der Behandlung mit Terramycin + Emulgator NP₁₀ wurde ein Blattlausbefall 2. - 3. Grades festgestellt, der in einigen Wiederholungen auch den 4. Grad erreichte. Die Befallsdichte war auf den Blättern höher als an den Stengeln.

c) Terramycin + Emulgator NP₁₀ + Metasystox R ohne natürliche Feinde

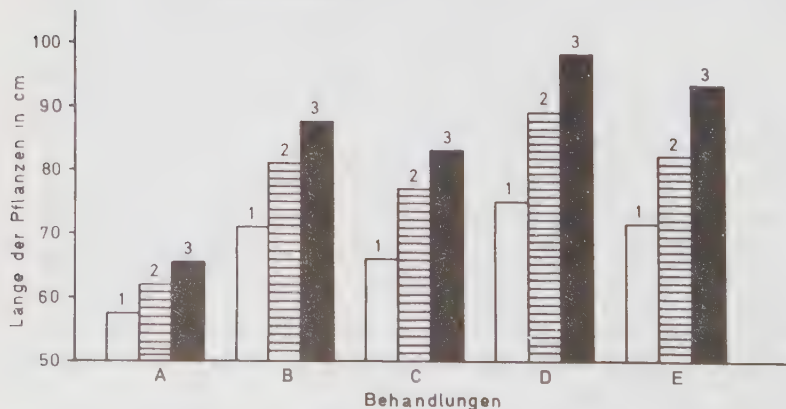
Diese Behandlung erwies sich als bedeutend wirkungsvoller als die vorhergehende. 1 Tag nach der Spritzung wurde festgestellt, daß einige Blattläuse abgestorben waren. Der Befallsgrad bewegte sich während dieses Zeitpunktes zwischen Grad 2 und 3 und erreichte ausnahmsweise auch Grad 1 oder 4. Das Wachstum der Pflanzen war umgekehrt proportional zum Blattlausbefall. Viele Ackerbohnen waren groß und kräftig, hatten breite grüne Blätter sowie eine größere Zahl von Hülsen. Während des Versuches starb keine einzige von ihnen ab. Einige zeigten optimalen Wuchs und konnten deshalb in Klasse 0 eingestuft werden, andere gehörten in Klasse 1 oder 2. Die Höhe der Ackerbohnen erreichte im Durchschnitt 93 cm.

Abb. 23: Stärke des Blattlausbefalls (ausgedrückt in Index-Zahlen) auf *V. faba* unter dem Einfluß verschiedener Behandlungen.



T = Terramycin
 NP10 = Emulgator NP 10
 b = mit natürlichen Feinden
 A = Kontrolle
 B = T+NP10+b
 C = T+NP10
 D = T+NP10+b+Metasystox R
 E = T+NP10+Metasystox R

Abb. 24: Länge der *V. faba*-Pflanzen nach verschiedenen Behandlungen.



A = Kontrolle
 B = Terramycin+NP10+natürl. Feinde
 C = Terramycin+NP10
 D = Terramycin+NP10+Metasystox R+natürl. Feinde
 E = Terramycin+NP10+Metasystox R
 NP10 = Emulgator NP10

1, 2 und 3 = Größe der Pflanzen während der verschiedenen Bonitierungs-
 termine (je 1 Woche Abstand)

Tabelle 27: Wirkung verschiedener Behandlungen auf Blattlauspopulation, Größe und Ertrag von V. faba-Pflanzen im Freiland
(Bonitierungen in Abständen von je 1 Woche)

Bonitierungen	Blattlaus-Befall (Index-Zahl)						Höhe der Pflanzen in cm		Fruchtausatz	
	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	Hülsen pro Gewicht pro Pflanze Hülse in g
Kontrolle	10,85	11,31	9,92	3,13	3,48	3,64	57,65	62,10	65,57	4,33
Terramycin + Emulgator NP ¹⁰ ohne natür- liche Feinde	10 5,39	5,99	5,04	1,46	1,57	1,23	65,81	77,11	83,24	15,84
Terramycin + Emulgator NP ¹⁰ + Metasystox R ¹⁰ ohne natürli- che Feinde	4,16	4,87	4,01	1,13	1,13	0,66	71,39	82,16	93,21	22,61
Terramycin + Emulgator NP ¹⁰ + natürliche Feinde	10 5,70	5,19	4,68	1,11	1,13	1,03	70,91	81,19	87,54	18,61
Terramycin + Emulgator NP ¹⁰ + Metasystox R ¹⁰ + natürliche Feinde	3,82	3,64	3,04	0,58	0,51	0,46	74,69	88,69	98,13	26,13

d) Terramycin + Emulgator NP₁₀ mit natürlichen Feinden

Die Prädatoren wurden in diesem Versuch nicht abgelesen, um eine kombinierte Wirkung von natürlichen Feinden und Antibioticum zu erhalten. Die Zunahme der Blattlauspopulation wurde teils durch Anwendung von Terramycin, das die Fertilität reduzierte, teils durch die direkte Vernichtung der Läuse durch Prädatoren eingeschränkt. In den meisten Fällen blieb die Population relativ konstant, in anderen wurde sie verringert. Einige Pflanzen, die zunächst infolge von Anwesenheit vieler Blattläuse auf den Blättern in die 3. Wachstumsklasse eingestuft wurden, erreichten nach 2 Wochen die Klasse 1. Dieser Unterschied war in erster Linie ein Effekt der Blattlausräuber. Die Indexzahl (siehe Tabelle 27) sank von Woche zu Woche.

Das Zusammenwirken von Terramycin und natürlichen Feinden erwies sich demnach als erfolgreicher als die Wirkung des Antibioticums allein.

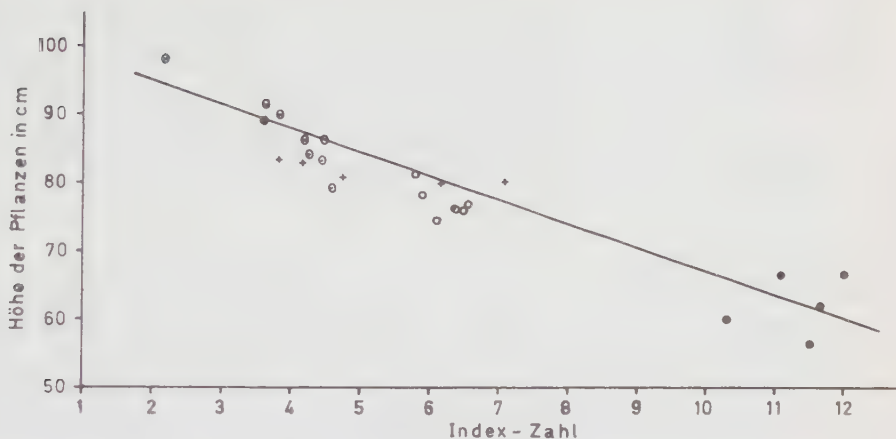
e) Terramycin + Emulgator NP₁₀ + Metasystox R mit natürlichen Feinden

Durch diese Behandlung, die wie die vorhergehende einen integrierten Bekämpfungsversuch darstellte, wurden die besten Ergebnisse erzielt.

Innerhalb von 24 Stunden nach der Spritzung starben einige Blattläuse durch die direkte Wirkung des Metasystox R ab. Die überlebenden Insekten zeigten eine geringe Fertilität, was sich darin äußerte, daß die sich nach der Spritzung entwickelnden Kolonien verhältnismäßig klein blieben. Außerdem war auch die Lebensdauer verkürzt. Hinzu kam der direkte Einfluß der Prädatoren. Zahlreiche Pflanzen wiesen nach zwei Wochen keinen Blattlausbefall mehr auf und wurden deshalb in die Klasse 0 eingestuft, an anderen bewegte er sich durchschnittlich zwischen Klasse 1 - 2 und erreichte nur ausnahmsweise Klasse 3.

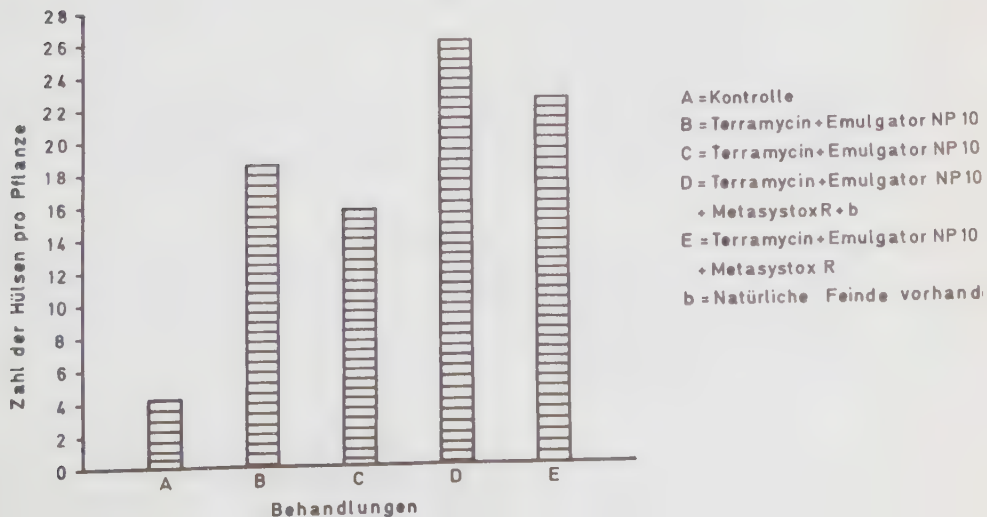
Das Wachstum der Pflanzen war meist optimal, weshalb die Ackerbohnen in Klasse 0 eingestuft wurden, einige in Klasse 1.

Abb. 25: Blattlausbefall (ausgedrückt durch Index-Zahl) u Größe der V. faba-Pflanzen in verschiedenen Beha-
lungen.



- = Kontrolle
- + = Terramycin+NP10+b
- = Terramycin+NP10
- = Terramycin+NP10+b+Metasystox R
- = Terramycin+NP10+Metasystox R
- NP10 = Emulgator NP10
- b = Natürliche Feinde vorhanden

Abb. 26: Einfluß verschiedener Behandlungen auf die Hülser-
produktion von V. faba-Pflanzen.



Die Pflanzen, die etwas größere Blattlauspopulationen besaßen, waren ebenfalls gut entwickelt, da ihr Wachstum 1 Woche nach der Behandlung noch sehr gut war und sich die später entwickelnden Aphidenkolonien nicht mehr stark negativ bemerkbar machen konnten. Die behandelten Ackerbohnen waren durchschnittlich 98 cm hoch; im Maximum erreichten sie sogar bis zu 116 cm.

f) Ertrag

Die Kontrollpflanzen konnten nur wenige Hülsen erzeugen. Viele von ihnen starben ab, bevor sie zum Blühen gekommen waren, andere gingen während der Blüte ein. Einige konnten nur zu einem frühen Zeitpunkt einige Blüten ansetzen, später produzierten sie keine mehr. Mehrere Ackerbohnen besaßen nur 1 - 2 Hülsen, andere 4 - 5. Als Maximum wurden 11 Hülsen beobachtet; im Durchschnitt waren jedoch nur 4 pro Pflanze vorhanden.

In der Behandlung Terramycin + NP₁₀ + natürliche Feinde war das Pflanzenwachstum viel besser als in der Kontrolle. Entsprechend verhielt sich die Produktion von Hülsen, die sich auf 18 - 20 pro Pflanze belief. Manche Ackerbohnen hatten 27 - 43, andere sogar bis zu 47 Hülsen.

Auch in der Behandlung Terramycin + NP₁₀ ohne natürliche Feinde war die Hülsenproduktion relativ gut. Durchschnittlich wurden hier 15 - 17 Hülsen pro Pflanze gezählt, in einigen Fällen bis zu 39.

Die Behandlung Terramycin + NP₁₀ + Metasystox R + natürliche Feinde stellte sich als die beste heraus. Hier besaßen manche Pflanzen maximal bis zu 59 Hülsen; im Durchschnitt waren es 25 - 30.

Das Ergebnis der Behandlung Terramycin + NP₁₀ + Metasystox R ohne natürliche Feinde stand dem der vorhergehenden am nächsten. Einige Pflanzen produzierten 50 - 53 Hülsen. Das durchschnittliche Hülsengewicht war hier am größten.

Abb. 27: Einfluß verschiedener Behandlungen auf Blattlausbefall und Zahl der Hülsein.

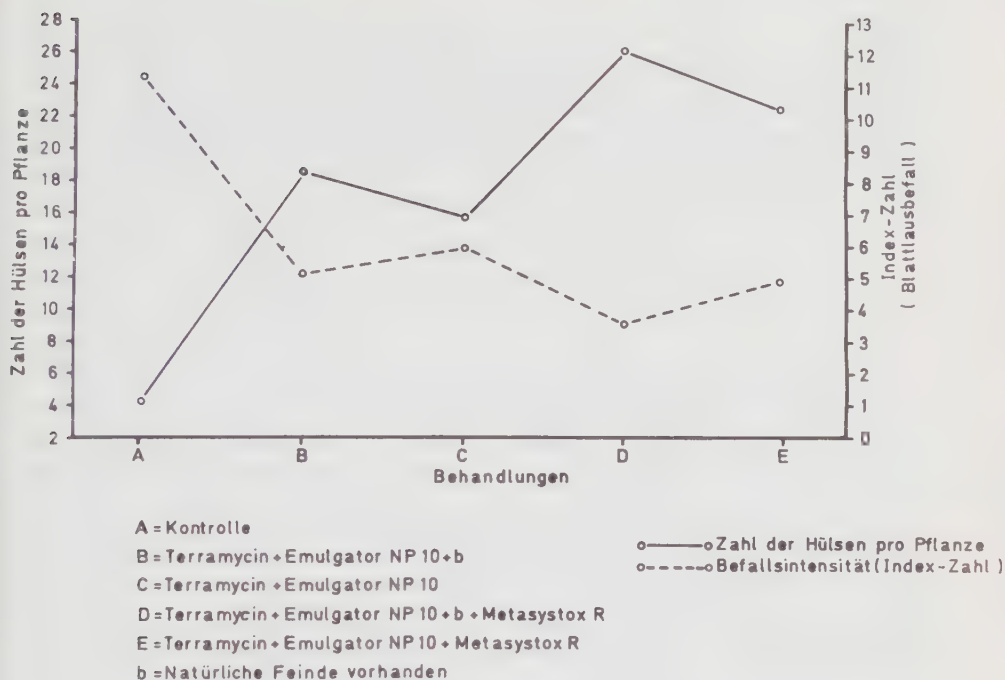
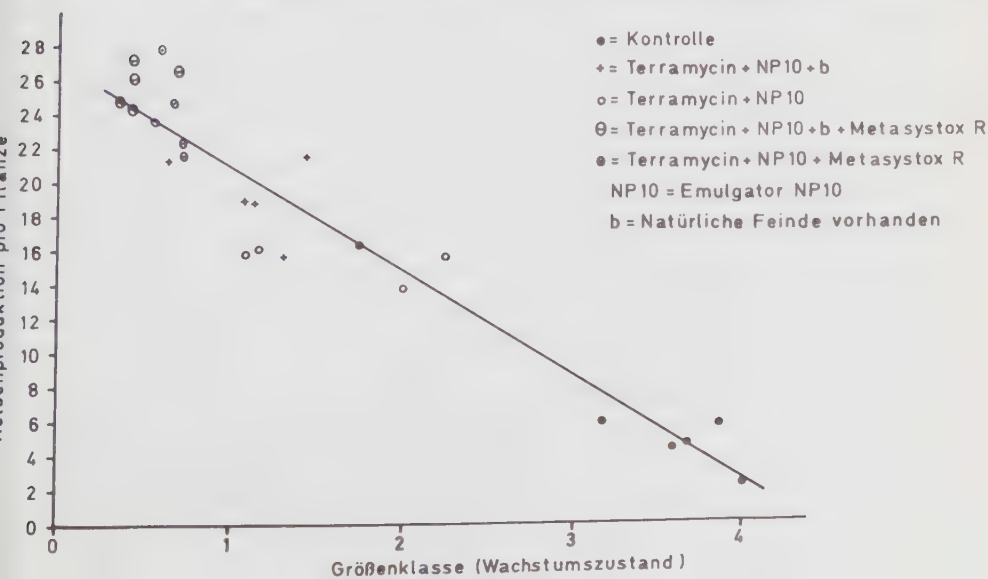


Abb. 28: Korrelation zwischen Größe der Pflanzen und Hülseinproduktion bei verschiedenen Behandlungen.



g) Phytotoxizität.

Terramycin allein verursachte keinerlei Vergiftungserscheinungen an den gespritzten Ackerbohnen. Wurde es jedoch in Verbindung mit Metasystox R angewandt, traten gelbe Flecken auf den Blättern einiger Pflanzen auf, die aber nach 4 - 5 Tagen wieder verschwanden.

III. DISKUSSION

Es ist seit einigen Jahren bekannt, daß Antibiotica die Fertilität von Blattläusen bedeutend vermindern können (HARRIES 1963; EHRHARDT und SCHMUTTERER 1966; JAYARAJ, EHRHARDT und SCHMUTTERER 1966). In Übereinstimmung mit den Ergebnissen von JAYARAJ, EHRHARDT und SCHMUTTERER (1966) reduzierte Terramycin in vielen Versuchen der vorliegenden Arbeit die Fortpflanzungskapazität von A. fabae sowohl durch Kontakt- als auch durch systemische Wirkung deutlich.

JAYARAJ und SCHMUTTERER (1966) berichteten erstmals über eine fertilitätsmindernde Wirkung von Sulphonamiden wie Likuden. Die genannten Autoren hielten die Aphiden (Aphis fabae Scop.) an Vicia faba-Pflanzen, die mit ihren Wurzeln in Glasflaschen standen, welche likudenhaltige sterilisierte Knopsche Nährlösung enthielten. In den eigenen Versuchen zeigte sich, daß Likuden auch direkt von den Blättern bzw. anderen Pflanzenteilen aufgenommen wird und durch systemische Wirkung die Fertilität der Aphiden vermindern kann (Tab. 2 und Abb. 1). Die Wirkung von Likuden war bei Aufnahme durch die Wurzeln (JAYARAJ und SCHMUTTERER 1966) größer als bei direkter Spritzung des Antibioticums auf die Pflanzen. Flavomycin reduzierte die Fertilität von A. fabae ebenfalls durch Kontakt- sowie systemische Wirkung. Dieses Antibioticum und Likuden waren in bezug auf die Reduktion der Fertilität aber bei weitem nicht so wirksam wie Terramycin (Tab. 1 und 2). Alle drei Substanzen können - was aus den Versuchsergebnissen geschlossen werden kann - auch die Haut der Aphiden durchdringen. Diese Kontaktwirkung ist aber stets geringer als die systemische, die auf dem Wege über die Pflanze zustande kommt. Wenn Kontakt- und systemische Wirkung kombiniert wurden, konnte stets ein besserer Effekt erreicht werden als mit einer dieser beiden Komponenten allein.

Viele Emulgatoren und Netzmittel werden mit Erfolg bei der Bekämpfung von Pflanzenkrankheiten benutzt, um die Wirkung von Sulphonamiden und Antibiotica zu steigern (YOUNG und FULTON 1951; HEMPHILL und GOODMAN 1955, GOODMAN und DOWLER 1958).

In Übereinstimmung mit JAYARAJ, EHRHARDT und SCHMUTTERER (1966) wurde auch in den eigenen Versuchen der Emulgator NP₁₀ als wirksamste Substanz zur Wirkungssteigerung von Terramycin, Likuden und Flavomycin ermittelt (Tab. 5, 6 und Abb. 3). Terramycin, Likuden und Flavomycin in einer Konzentration von 0,2 % reduzierten die Fertilität von A. fabae um jeweils 47, 47 und 66 %, in Verbindung mit dem Emulgator NP₁₀ um 55, 57 und 81 % (Tab. 7 und Abb. 4). Man kann annehmen, daß der Emulgator NP₁₀ die Passage des Antibioticums durch die Kutikula erleichtert und daß somit die Wirksamkeit von Terramycin auf Grund erhöhter Absorption gesteigert wird. Außerdem wird durch NP₁₀ auch die Aufnahme des Antibioticums durch die Pflanze gesteigert.

Bereits HARRIES und MATTSON (1963) gelang es, die Wirkung von Antibiotica auf Aphiden zu erkennen, jedoch wurde erst durch EHRHARDT und SCHMUTTERER (1966) der Wirkungsmechanismus dieser Chemikalien histologisch nachgewiesen. Der negative Einfluß auf die Fertilität der Blattläuse wird zumindest teilweise durch Degeneration der symbiontischen Mikroorganismen in den Mycetozyten von A. fabae einige Tage nach Aufnahme der Antibiotica hervorgerufen. Es ist anzunehmen, daß Likuden und Flavomycin die Symbionten in den Aphidenmycetomen in gleicher Weise zerstören oder schädigen.

Die Larvalentwicklung ist bei einer Temperatur von 25°C normalerweise in 5 - 6 Tagen beendet, während sie durch Applikation von Terramycin, Likuden und Flavomycin in Verbindung mit Emulgator NP₁₀ um 2 - 3, in einigen Fällen sogar um 3 - 6 Tage verzögert wird. JAYARAJ, EHRHARDT und SCHMUTTERER (1966) stellten eine verzögerte Larvalentwicklung auch nach der Applikation verschiedener anderer Antibiotica und Sulphonamide fest. Diese Reaktion der Aphiden dürfte auf eine Störung ihres Stoffwechsels durch die Antibiotica zurückzuführen sein. Die Blattläuse, die das Imaginalstadium erreichten, zeigten eine stark verminderte Fertilität oder wurden sogar steril. Kleine und leichte Imagines können nur sehr wenige oder keine Larven produzieren.

JAYARAJ et al. (1966) berichteten, daß 0,01 %iges Terramycin keinen, 0,1 %iges nur wenig Einfluß auf Aphiden hatte.

0,2 %iges Terramycin bewirkte aber eine stärkere Verminderung der Fertilität bei A. fabae. In einem eigenen Versuch, in dem Terramycin in Konzentrationen von 0,5 % und 0,7 % angewandt wurde, rief das Antibioticum Vergiftungserscheinungen an behandelten Ackerbohnen hervor, die aber nach 2 Wochen wieder verschwanden. Diese höheren Konzentrationen bewirkten bei A. fabae zwar eine stärkere Verminderung der Fertilität, jedoch war der Unterschied im Vergleich zu 0,2- und 0,3 %igem Terramycin nicht besonders groß (Tab. 8).

Terramycin, Likuden und Flavomycin können ohne nachteilige Folgen miteinander und mit dem Emulgator NP₁₀ kombiniert werden.

Junglarven von A. fabae wurden durch Antibiotica besonders empfindlich geschädigt. Dies kann vielleicht an ihrer für die Chemikalien relativ gut passierbaren Haut und der leichteren Beeinflussbarkeit ihrer noch nicht ausdifferenzierten Organe liegen. Wenn A. fabae auf verschiedenen Nährpflanzen behandelt wurde, ergab sich auf Vicia faba-Pflanzen eine stärkere Reduktion der Fertilität als an Phaseolus vulgaris und Beta vulgaris. Wahrscheinlich nehmen Ackerbohnen das Terramycin besser auf und/oder leiten es auch besser.

M. persicae reagierte nicht so stark auf Antibiotica wie A. fabae, was z. T. daran liegen kann, daß die Nährpflanze C. annuum, die zu den Versuchen herangezogen wurde, nicht so viel Antibioticum aufnimmt oder leitet wie V. faba (Tab. 12) und die Haut der Pfirsichblattlaus weniger durchlässig ist. Insbesondere die Larvalentwicklung von M. persicae wurde durch Terramycin sehr wenig beeinflusst.

Wegen Resistenzerscheinungen wird die Bekämpfung von Insekten von Tag zu Tag immer problematischer. Bis jetzt konnten keine Insektizide entdeckt werden, gegen die die Insekten nicht resistent werden können. In der Praxis ist es in der Regel erwünscht, eine möglichst große Sterblichkeit der Insekten mit

Hilfe chemischer Bekämpfungsmaßnahmen zu erreichen. Man hat deshalb nicht selten höhere Dosierungen angewendet, durch die das Risiko der Resistenzentwicklung erhöht und auch die natürlichen Feinde stärker geschädigt wurden (Ray F. SMITH 1968). Höhere Konzentrationen von Insektiziden bedingen außerdem größere Rückstandsmengen auf den Ernteprodukten sowie im Boden. Der beste Weg zur Bekämpfung der Insekten scheint eine kombinierte Applikation von verschiedenen Bekämpfungsmethoden, wenn nötig unter Einschluß von Insektiziden zu sein (integrierte Bekämpfung).

Verschiedene eigene Versuche hatten zum Ziel, den Wert des Antibioticums Terramycin im Rahmen einer integrierten Bekämpfung von A. fabae zu testen, da erwartet werden konnte, daß dieses Präparat im Gegensatz zu Aphiden keine nennenswerte negative Wirkung auf natürliche Feinde der Blattläuse wie Coccinelliden ausübt. In einigen Experimenten wurde das Antibioticum mit sehr niedrig konzentrierten systemischen Insektiziden wie Metasystox R kombiniert, um nach Möglichkeit eine noch größere Wirkung gegen die Bohnenblattlaus zu erzielen, ohne dabei die natürlichen Feinde zu schädigen. Dem gleichen Ziel diente auch ein Zusatz des Synergisten Piperonylbutoxyd.

Es zeigte sich, daß Kombinationen von systemischen Insektiziden (Metasystox R, Rogor 40) mit Terramycin und Emulgator NP₁₀ unter den behandelten Larven Mortalität verursachten, selbst wenn so niedrige Dosierungen der Insektizide wie 0,0005 % (Wirkstoff) gewählt wurden. Die Lebensdauer der Adulten wurde in den meisten Fällen erheblich verkürzt. Eine Behandlung von A. fabae-Kolonien mit Metasystox R (0,001 %) + Terramycin (0,2 %) + Emulgator NP₁₀ (0,1 %) erwies sich als fast so wirkungsvoll wie drei Spritzungen mit Terramycin (0,2 %) + Emulgator NP₁₀ (0,1 %). Ein Zusatz von Piperonylbutoxyd (0,2 %) zur Kombination Terramycin (0,2 %) + Emulgator NP₁₀ (0,1 %) + Metasystox R (0,0005 %) bewirkte eine 100 %ige Mortalität der Bohnenblattläuse, die wohl in erster Linie durch das Zusammenwirken des Synergisten mit dem systemischen Insektizid

zustandekam. Die Toxizität dieser zuletzt genannten Kombination gegenüber natürlichen Feinden wurde nicht näher untersucht, doch ist anzunehmen, daß sie verhältnismäßig gering ist, da es sich bei Metasystox R um ein vorwiegend systemisch wirkendes Insektizid handelt. Piperonylbutoxyd war in der angewandten Konzentration für sich allein gegenüber A. fabae nicht toxisch. Die Kombination Terramycin (0,2 %) + NP₁₀ (0,1 %) erwies sich für die Eier, Larven und Puppen des Marienkäfers Coccinella septempunctata als harmlos.

Die Ergebnisse der Versuche im Gewächshaus und Freiland geben den Hinweis, daß mit Hilfe von Antibiotica, die mit niedrig konzentrierten systemischen Insektiziden und Synergisten kombiniert werden, theoretisch gewisse Möglichkeiten für eine wirkungsvolle integrierte Bekämpfung von A. fabae gegeben sind. Bevor jedoch Genaueres ausgesagt werden kann, sind in Zukunft noch weitere spezifische Versuche nötig, in deren Rahmen die Wirkung niedrig konzentrierter systemischer Insektizide und von Synergisten auf die Räuber und Parasiten genau geklärt werden muß. Ein bedeutendes, genauer zu beachtendes Problem bleiben auch die möglichen Rückstände der Antibiotica in den behandelten Pflanzen und im Boden.

IV. ZUSAMMENFASSUNG

Terramycin, Likuden und Flavomycin reduzieren die Fertilität von schwarzen Bohnenblattläusen sowohl durch systemische als auch durch Kontaktwirkung. Durch das Zusammenwirken beider Wirkungskomponenten kommt ein wesentlich größerer Effekt als durch jede der beiden Einzelkomponenten zustande. Terramycin zeigt eine bessere Wirkung als Likuden und Flavomycin. Der Einfluß der Antibiotica auf die Fertilität wird durch den Emulgator NP₁₀ deutlich verstärkt. Terramycin in 0,5 - 0,7 %iger Konzentration bewirkt phytotoxische Erscheinungen an den behandelten Pflanzen. Durch Anwendung dieser Dosierungen ergibt sich nur eine etwas stärkere Reduktion der Fertilität der Aphiden als nach Anwendung von 0,2 oder 0,3 %igen. Terramycin kann auch zusammen mit anderen Antibiotica und Emulgatoren angewendet werden. Die Antibiotica verzögern die Larvalentwicklung, außerdem werden die aus behandelten Larven hervorgegangenen Adulten kleiner und leichter als unbehandelte Tiere. Die Fertilität verhält sich proportional zum Gewicht der Blattläuse. Die Anwendung von Terramycin + Emulgator NP₁₀ bewirkt bei Saatgutbehandlung starke phytotoxische Effekte. Im ersten Entwicklungsstadium erweisen sich A. fabae-Larven gegenüber Antibiotica als sehr empfindlich, ältere Stadien reagieren weniger deutlich. Terramycin wirkt gegen schwarze Bohnenblattläuse auf Vicia faba besser als auf Beta vulgaris- und Phaseolus vulgaris-Pflanzen. Myzus persicae wird durch Antibiotica nicht so stark beeinflusst wie A. fabae. Die Anwendung niedrigerer Konzentrationen systemischer Insektizide wie Metasystox R in Kombination mit Terramycin + Emulgator NP₁₀ hat eine kürzere Lebensdauer bei Larven und Adulten zur Folge. Der Synergist Piperonylbutoxyd verstärkt die Wirkung des Terramycin geringfügig. Eine Kombination von Piperonylbutoxyd (0,2 %) und Metasystox R (0,0005 %) + Terramycin (0,2 %) + Emulgator NP₁₀ (0,1 %) ergibt eine 100 %ige Sterblichkeit. Bei niedrigerer Temperatur entwickeln sich größere und schwerere Aphiden als bei höherer.

Die stärkste Reduktion der Fertilität wird bei 25°C erreicht. Im Freiland ergeben sich die besten Bekämpfungserfolge, wenn Metasystox R mit Terramycin und Emulgator NP₁₀ kombiniert wird und diese Chemikalien mit den natürlichen Feinden zusammenwirken (integrierte Bekämpfung).

V. LITERATURVERZEICHNIS

- Allen, H.W. : Orchard studies on the effect of organic insecticides on parasitism of the oriental fruit moth.
J. Econ. Ent. 51, 82 - 87, 1958
- Anneck, D.P. : The effect of parathion and ants on Coccus hesperidum and its natural enemies.
J. Ent. Soc. Sth. Africa 22, 245 - 274, 1959
- Bardner, R. : Effect of formulation on toxicity to plants and insects of some systemic insecticidal dressings.
T. Sci. Food. Agric. 11, 736, 1960
- " - : The uptake of phorate, a systemic insecticide, applied as a slurry to wheat and mustard seeds.
Ann. Appl. Biol. 53, 445 - 458, 1964
- Bartlett, B.R. : Laboratory studies on selective aphicides favouring natural enemies of the spotted alfalfa aphid.
J. Econ. Ent. 51, 374 - 378, 1958
- " - und C.F. Lagace : Interference with the biological control of cottony cushion scale by insecticides and attempts to reestablish a favourable natural balance.
Ibid. 53, 1055 - 1058, 1960
- " - und T.C. Ortega : Relation between natural enemies and DDT induced increases in frosted scale and other pests of walnuts.
Ibid. 45, 783 - 785, 1952
- Beck, S.D. : The toxicity of Antimycin A.
Ibid. 43, 105 - 107, 1950
- Bennet, S.H. : The behaviour of systemic insecticides applied to plants.
Ann. Rev. Ent. 2, 279 - 296, 1957
- Brooks, M.A. : Investigations of possible antagonism between host and symbiote.
Anat. Rec. 128, 527 - 528, 1957

- " - und A.G. Richards: Intracellular symbiosis in cockroaches.
Biol. Bull. 109, 22 - 39, 1955
- Buchner, P. : Endosymbiose der Tiere mit pflanzlichen Mikroorganismen.
Stuttgart u. Basel, 1953
- Brues, C.T. und R.C. Dunn: The effects of penicillin and certain sulfa drugs on the intracellular bacteroids of the cockroach.
Science 101, 336 - 337, 1945
- Burnett, T. : The effect of temperature on an insect host-parasite population.
Ecology 30, 113 - 134, 1949
- " - : Effect of natural temperatures on oviposition of various numbers of an insect parasite.
Ann. Ent. Soc. America 49, 55 - 59, 1956
- Busvine, J.R. : Developments in pest control.
Pest articles and news summaries A 14, 310 - 328, 1968
- Crafts, A.S. und C.L. Foy: The chemical and physiological nature of plant surfaces in relation to the use of pesticides and to their residues.
Residue Rev. 1, 112 - 139, 1962
- David, W.A.L. und B.O.C. Gardiner: The action of systemic insecticides on aphids.
Bull. Ent. Res. 45 A, 683 - 697, 1954
- " - - " - : The aphicidal actions of some systemic insecticides applied to seeds.
Ann. Appl. Biol. 43, 494 - 624, 1955
- De Bach, P. : An insecticidal check method for measuring of entomophagous insects.
J. Econ. Ent. 39, 695 - 697, 1946
- " - : Predators, DDT and citrus red mite population.
Ibid. 40, 598, 1947
- " - : Validity of the insecticidal check method as a measure of the effectiveness of natural enemies of diaspine scale insects.
Ibid. 48, 584 - 588, 1955

- " - : Integrating chemical, biological control by strip treatment. California Citrograph 44, 324, 345 - 347, 352, 1959
- " - und B. Bartlett : Effects on insecticides on biological control of insect pests of citrus. Ibid. 44, 372 - 383, 1951
- De Pietri-Tonelli, P. : Penetration and translocation of Rogor applied to plants. Adv. Pest Control Res. 6, 31 - 84, 1965
- Dowden, P.B. : The importance of co-ordinating applied control and natural control of forest insects. J. Econ. Ent. 45, 481 - 483, 1952
- Dunn, J.A. : The effect of temperature on the pea aphid-ladybird relationship. Natl. Veg. Sta. Wellesbourni; 2nd Rept., 21 - 23, 1952
- Ehrhardt, P. und H. Schmutterer: Die Wirkung verschiedener Antibiotica auf Entwicklung und Symbionten künstlich ernährter Bohnenblattläuse. Z. Morph. Ökol. Tiere 56, 1 - 20, 1966
- " -, Jayaraj S. und H. Schmutterer: Die Wirkung verschiedener, über die Pflanze zugeführter Antibiotica auf Entwicklung und Fertilität der schwarzen Bohnenblattlaus (Aphis fabae Scop.) Ent. exp. appl. 9, 332 - 342, 1966
- Finlayson, D.G. und H.R. MacCarthy: The movement and persistence of insecticides in plant tissues. Residue Rev. 9, 114 - 152, 1965
- Fischer, R. und L. Rosner: Toxicology of the microbial insecticide Thuricide. J. Agric. and Food Chem. 7, 686 - 688, 1959
- Fleschner, C.A. : Parasites and predators for pest control in biological and chemical control of plants and animal pests. Amer. Assoc. Adv. Sci. 61, 183 - 199, 1960

- Folsom, J.W. und F.F. Bondy: Calcium arsenate dusting as a cause of aphid infestation.
U. S. Dept. Agric. Circ. 116, 11 pp., 1930
- Franz, J.M. : Möglichkeiten und Grenzen der biologischen Schädlingsbekämpfung.
Pflanzenschutz 3, 100 - 102, 1951
- " - : Biological control in Germany.
Proc. 10th Internat. Congr. Ent. 4, 461 - 464, 1956
- " - : Biological control of pest insects in Europe.
Ann. Rev. Ent. 6, 183 - 200, 1961
- Glaser, R.W. : Intracellular bacteroids in the cockroach (*Periplaneta americana* Linn.).
J. Parasitol. 32, 483 - 489, 1946
- Goodman, R.N. : The impact of antibiotics upon plant disease control.
Adv. Pest. Contr. Res. 5, 1, 1962
- " - und W.M. Dowler : The absorption of streptomycin by bean plants as influenced by growth regulators and humectants.
Pl. Dis. Repr. 42, 212, 1958
- Gray, R.A. : Increasing the effectiveness of streptomycin against common blight of beans with glycerin.
Ibid. 39, 567, 1955
- " - : Increasing the absorption of streptomycin by leaves and flowers with glycerol.
Phytopathology 46, 105, 1956
- Grove, D.C. and W.A. Randall: Assay methods of antibiotics: A laboratory manual.
Medical Encyclopedia, Inc. New York, N.Y., 1955
- Harries, F.H. : Effects of certain antibiotics and other compounds on the two-spotted spider mite.
J. Econ. Ent. 54, 122, 1961

- " - : Effects of some antibiotics and other compounds on fertility and mortality of orchard mites.
Ibid. 56, 438 - 441, 1963
- " - und V.J.Mattson : Effects of some antibiotics on three aphid species.
Ibid. 412 - 414, 1963
- Harwood, R.F. und G.W. Bruehl: Seed systemics for control of aphids on oats and barley.
Ibid. 54, 883 - 885, 1961
- Headlee, T.J. : Some data on the effect of temperature and moisture on the rate of insect metabolism.
Ibid. 7, 413 - 417, 1914
- Hemphill, D.D. und R.N. Goodman: Effects of plant growth regulating substances in the control of Erwinia amylovora by Streptomycin and Terramycin.
Science, N.Y. 122, 122, 1955
- Henderson, C.F. und T.K. Holloway: Effects of artificial control particles on natural enemies of insect pests.
- Holling, C.S. : Principles of insect predation.
Ann. Rev. Ent. 6, 163 - 182, 1961
- Hoyt, S.C. : Field evaluation of insecticides for wooly aphid control.
J. Econ. Ent. 57, 1009, 1964
- Jacob, F.H. : Some modern problems in pest control.
Science Progress 181, 30 - 35, 1958
- Janisch, E. : Untersuchungen über den Massenwechsel von Schadinsekten.
Zeitschr. Pflanzenkrankh. 48, 435 - 448, 1938
- Jayaraj, S. und H. Schmutterer: On the use of certain sulphanilamides against the black bean aphid Aphis fabae Scop.
Zeitschr. Pflanzenkrankh. und Pflanzenschutz 73, 660 - 669, 1966
- " -, P. Ehrhardt und H. Schmutterer: The effect of certain antibiotics in the control of the black bean aphid Aphis fabae Scop.
Ann. Appl. Biol. 59, 13 - 21, 1967

- Jeffreys, E.G. : The stability of antibiotics in soils.
J. Gen. Microb. 7, 295 - 312, 1952
- Kido, G.S. und E. Spyhalski: Antimycin A, an antibiotic with
insecticidal and miticidal properties.
Science 2902 (112), 172 - 173, 1950
- Knipling, E.F. : Possibilities of insect control or
eradication through the use of
sexually sterile males.
J. Econ. Ent. 48, 459, 1955
- " - : Use of insects for their own destruc-
tion.
Ibid. 53, 415, 1960
- " - : Potentialities and progress in the
development of chemosterilants for
insect control.
Ibid. 55, 782, 1962
- Koch, A. : Die experimentelle Analyse der Bedeu-
tung der Symbionten.
Schweiz. Z. Path. Bakt. 19, 665 -
685, 1956
- Köhler, M. und W. Schwartz: Untersuchungen über die Symbiose
von Tieren mit Pilzen und Bakterien.
Z. allg. Mikrobiol. 2, 190 - 208,
1962
- Laird, M. : Biological solutions to problems
arising from the use of modern
insecticides in the field of public
health.
Acta Tropica 16, 331 - 355, 1959
- Lawson, F.R., R.L. Rabb, F.E. Guthrie und T.G. Bowers: Studies
of an integrated control system for
hornworms on tobacco.
J. Econ. Ent. 54, 93 - 97, 1961
- Le Blanc, N.N. und J. Musgrave: Some microbiological studies
of two species of aphids.
Canad. J. Microbiol. 9, 65 - 73, 1963
- Liles, J.N. und F.W. Fisk: Toxicity of several antibiotics
administered by injection to the
German cockroach.
J. Econ. Ent. 48, 217, 1955

- Metcalf, R.L. : The role of systemic insecticides in world agriculture.
Proc. 2nd Internatl. Conf. Plant Protection, Fernhurst, England (1956)
Butterworth Sci. Publ. 129 - 152, 1957
- " - : The impact of the development of organophosphorous insecticides upon basic and applied science.
Bull. Ent. Soc. America 5, 3 - 15, 1959
- Mitchell, J.W., B.C. Smale und R.L. Metcalf: Absorption and translocation of regulators and compounds used to control plant diseases and insects.
Adv. Pest Control Res. 3, 359 - 436, 1960
- Musgrave, A.J. und J.J. Miller: A note on some preliminary observations on the effect of the antibiotic terramycin on insect symbiotic micro-organisms.
Canadian Ent. 83, 343 - 345, 1951
- Myers, J.G. : Second report on an investigation into the biological control of West Indian pests.
Bull. Ent. Res. 26, 181 - 252, 1935
- Narayanan, E.S. : The phenomena of insect parasitism and their practical utilization in the biological control of insect pests.
Proc. 44th. Indian Sci. Congr. Part. 2, 22 pp., 1957
- Nicholson, A.J. : Indirect effects of spray practice on pest population.
Proc. 7th. Internat. Congr. Ent. 4, 3022 - 3028, 1940
- " - : The self adjustment of populations to change in cold spring.
Harbor Symposia on Quantitative Biology 22, 153 - 173, 1957
- Norris, M.J. : Contributions towards the study of insect fertility.
Proc. Zool. Soc. London 4, 903 - 934, 1933

- Pickett, A.D., W.L. Putman und E.J. Le Roux: Progress in harmonising biological and chemical control of orchard pests in eastern Canada.
Proc. 10th Internat. Congr. Ent. 3, 169 - 174, 1958
- Pratt, R. und J. Dufrenoy: Antibiotics.
J. B. Lippincott Co., Philadelphia, Penn. 1953
- Richards, A.G. und M.A. Brooks: Internal symbiosis in insects.
Ann. Rev. Ent. 3, 37 - 56, 1958
- Ripper, W.E. Effect of pesticides on balance of arthropod population.
Ann. Rev. Ent. 1, 403 - 438, 1956
- " - , R.M. Greenstade, J. Heath und K. Barker: New formulation of DDT with selective properties.
Nature 161, 484, 1948
- " -, - " - und G.G. Hartley: Selective insecticides and biological control.
J. Econ. Ent. 44, 448 - 459, 1951
- Rollins, R.Z. : Drift of pesticides.
California Dept. Agric. Bull. 49, 34 - 39, 1960
- Santi, R. und P. De Pietri-Tonelli: Mode of action and biological properties of Rogor.
Nature 183, 398, 1959
- Schneider, F. : Beitrag zur Kenntnis der Generationsverhältnisse und Diapause räuberischer Schwebfliegen (Syrphidae).
Mitteil. Schweiz. Ent. Ges. 21, 249 - 285, 1948
- " - : Die Entwicklung des Syrphidenparasiten Diplazon fissorius Grav.
Ibid. 23, 155 - 194, 1950
- Schwerdtfeger, F. : Über die Ursachen des Massenwechsels der Insekten.
Z. ang. Ent. 28, 254 - 303, 1941
- " - : Is the density of animal populations regulated by mechanism or by chance.
Proc. 10th Internat. Congr. Ent. 4, 115 - 122, 1958

- Smith, H.S. und P. De Bach: The measurement of the effect of entomophagous insects on population densities of their hosts.
J. Econ. Ent. 35, 845 - 849, 1942
- Smith, R.F. : Recent developments in integrated control.
PANS 14, 201 - 206, 1968
- Spindler, M. : Systemische Insektizide.
Z. Pflanzenkrankheiten u. Pflanzenschutz 62, 98 - 165, 1955
- Steinhaus, E.A. : Living insecticides.
Sci. Amer. 195, 96 - 100, 102 - 104, 1956
- Stern, V.M., R.F. Smith, R. van den Bosch und K.S. Hagen: The integration of chemical and biological control of spotted alfalfa aphid. The integrated control concept.
Hilgardia 29, 81 - 101
- Thompson, W.R. : On the relative value of parasites and predators in the biological control of insect pests.
Bull. Ent. Res. 19, 343 - 350, 1929
- " - : The fundamental theory of natural and biological control.
Ann. Rev. Ent. 1, 379 - 402, 1956
- Turnbull, A.L. und D.A. Chant: The practice and theory of biological control of insects in Canada.
Canad. J. Zool. 39, 697 - 753, 1961
- Varley, G.C. und G.R. Gradwell: Balance in insect population.
Proc. 10th Internat. Congr. Ent. 2, 619 - 624, 1956
- Warren III, F.W. und D.R. King: The biotic effect of insecticides on population of aphids and mites of pecans.
J. Econ. Ent. 52, 163 - 165, 1959
- Weems, H.V. : Notes on collecting syrphid flies (Diptera-Syrphidae)
Florida Ent. 36, 91 - 98, 1953

- Wille, H. : Neue Versuchsergebnisse über die mikrobiologische Engerlingsbekämpfung. Zentrale für Maikäfer-Bekämpfungsaktionen, Bericht 48, 9 pp, 1954
- Williams, L.E. und J.L. Lockwood: Effect of antibiotics and surface acting agents on bacterial wilt of sweet corn in the greenhouse. Phytopathology 47, 44, 1957
- Woglum, R.S., J.R. La Folette, W.E. Landon und H.C. Lewis: The effect of field applied insecticides on beneficial insects of citrus in California. J. Econ. Ent. 40, 818 - 820, 1947
- Young, W.J. und R.H. Fulton: A field test of several fungicides for the control of powdery mildew on Lucretia dewberry in 1951. Pl. Dis. Repr. 35, 540.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. H. Schmutterer, danke ich für die Überlassung des Themas und die stets verständnisvolle Förderung der vorliegenden Arbeit sehr herzlich.

Mein Dank gilt auch den anderen Angehörigen des Tropeninstituts sowie den Mitarbeitern des Instituts für Phytopathologie für ihre Hilfe bei der Durchführung meiner Arbeit.

Dank schulde ich auch dem DAAD für die Bewilligung des Stipendiums zum Studium in Deutschland.

Lebenslauf

Am 1. 1. 1943 wurde ich, Om Prakash Lal, als Sohn des Landbesitzers Chakravarti Lal und seiner Ehefrau in Haluwadih, Azamgarh (Uttar Pradesh, Indien) geboren.

Von 1949 bis 1954 besuchte ich die Primary School in meinem Geburtsort und von 1954 bis 1957 die Middle School in Chandesar. Von 1957 bis 1959 besuchte ich in Chandesar (Bezirk Azamgarh) die High School und von 1959 bis 1961 die Intermediate School (Fachrichtung Landwirtschaft). Die Abschlußprüfungen legte ich mit der Note "First Division" ab. Am S.D.J. Degree College Chandesar der Universität Gorakhpur studierte ich von 1961 bis 1963 und erwarb als Abschluß den B. Sc. Agric.-Grad mit der Note "First Division".

Von 1963 bis 1965 studierte ich Entomologie am Government Agricultural College Kanpur der Universität Agra. Im Jahre 1965 legte ich dort die M. Sc. Agric.-Prüfung mit der Note "First Division" ab.

Von Juli bis November 1965 war ich Lehrer am T. D. College Ballia der Universität Gorakhpur. Von November 1965 bis November 1966 wurde ich zum wissenschaftlichen Assistenten in der entomologischen Abteilung des Departments of Agriculture von Uttar Pradesh ernannt. Am 2. Dezember 1966 reiste ich, nachdem ich ein DAAD-Stipendium erhalten hatte, nach Deutschland aus.

Nach viermonatigem Deutsch-Kurs am Goethe-Institut in Lüneburg immatrikulierte ich mich im April 1967 an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Justus Liebig-Universität, Giessen und anschließend erhielt ich von Herrn Prof. Dr. H. Schmutterer, Leiter der Abteilung Phytopathologie und Angewandte Entomologie des Tropeninstituts, das Thema für die vorliegende Dissertation.

